

И. Н. КРЫЛОВ

СТРОМАТОЛИТЫ
РИФЕЯ
И ФАНЕРОЗОЯ
СССР



I. N. KRYLOV

RIPHEAN
AND PHANEROZOIC
STROMATOLITES
IN THE USSR

Transactions, vol. 274



PUBLISHING OFFICE «NAUKA»
Moscow 1975

И. Н. КРЫЛОВ

**СТРОМАТОЛИТЫ
РИФЕЯ
И ФАНЕРОЗОЯ
СССР**

Труды, вып. 274



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Москва 1975

Строматолиты рифей и фанерозоя СССР. Крылов И.Н. М., "Наука", 1975 г.

В работе обобщаются современные данные о природе и условиях образования строматолитов, подробно разбираются существующие классификации этих органических остатков и особенное внимание уделяется выяснению естественных соотношений между морфологически различными постройками, развитыми в разных участках единых биогермов. Основная часть работы посвящена анализу систематического состава, пространственного распространения и сравнительной характеристике четырех строматолитовых комплексов рифей СССР, а также рассмотрению фанерозойских строматолитов. Изложенный материал позволяет на новом уровне подтвердить применимость строматолитов для общего расчленения рифей, проследить смену их комплексов в фанерозое и наметить некоторые черты эволюции строматолитов в рифее и фанерозое.

Табл. 12. Илл. 98. Библ. 284 назв.

Редакционная коллегия:

академик А.В. Пейве (главный редактор),
академик В.В. Меннер, В.Г. Гербова, П.П. Тимофеев

Ответственный редактор

М.А. Семикатов

Editorial board:

Academician A.V. Peive (Editor-in-chief),
Academician V.V. Menner, V.G. Gerbova, P.P. Timofeev

Responsible editor

M.A. Semikhatov

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы — обобщить существующие представления о природе, принципах классификации, методике изучения и использовании в геологии (и особенно в стратиграфии докембрия) строматолитов — слоистых скорлуповатых образований, приуроченных главным образом к карбонатным породам и являющихся продуктами жизнедеятельности низших растений, преимущественно синезеленых водорослей.

Строматолиты — одни из самых древних остатков органического происхождения на Земле. Древнейшие из них были описаны из серии Булавайо (Южная Родезия), имеющей возраст более 2860 млн. лет. Наибольшего распространения строматолиты достигали, по-видимому, в среднем и верхнем рифее (1300–700 млн. лет), но встречаются и во всех остальных подразделениях геологической летописи вплоть до современных отложений. На протяжении этой весьма длительной (3 млрд. лет) истории строматолиты претерпевали определенные морфологические, текстурные и структурные изменения. Изменчивость строматолитов во времени большинство исследователей справедливо связывают с эволюцией водорослей-строматолитообразователей, а также с эволюцией осадконакопления, которые привели к образованию неповторяющихся в геологической колонке комплексов строматолитовых построек.

Изучение строматолитов имеет две взаимосвязанные стороны. Выяснение стратиграфического значения строматолитов основывается на чисто эмпирическом подходе: изучаются конкретные строматолиты, их распределение в разрезах, выделяются местные и региональные комплексы, а затем все эти данные сравниваются с материалами по другим регионам. Но важно и изучение характерных признаков строматолитов, связанных с водорослями-строматолитообразователями, поиски остатков клеточных микроструктур, выявление морфологических и текстурных особенностей, отражающих форму и внутреннее строение водорослевых колоний и т.д. Палеонтологическое изучение строматолитов как раз и имеет целью выявить такие характерные признаки и отличить их от следов заведомо неорганических процессов.

В поисках связи водорослей с морфологическими и текстурными особенностями образующихся в результате их жизнедеятельности карбонатных корок исследователи обращаются к более молодым (мезозойским, третичным) и современным строматолитам: изучаются и водоросли-строматолитообразователи, в условия, в которых образуются постройки. Затем с оговорками и поправками полученные выводы переносятся на древние строматолиты, а результаты проверяются другими независимыми один от другого методами.

Строго говоря, поправки и оговорки должны быть весьма значительными, поскольку современные и третичные строматолиты существенно отличаются от древних. Материал, изложенный в последующих главах, покажет, что уже в ордовике практически исчезают столбчатые ветвистые строматолиты, столь характерные для докембрия и кембрия. Не исключено, что основная часть докембрийских и нижнепалеозойских строматолитов строилась какими-то ныне неизвестными, возможно, нацело вымершими растениями. Но общие черты сходства (куполоподобные постройки, сложенные выпуклыми слоями со своеобразной текстурой) все-таки имеются. Поэтому обзор данных о современных синезе-

зеленых водорослях и их постройках является обязательным для любой крупной работы по строматолитам, опубликованной в последние 10–15 лет.

Строматолиты занимают среди органических остатков докембрия одно из первых мест по широте распространения и степени изученности. Именно строматолиты (вместе с данными историко-геологического метода) были положены в основу выделения в рифее трех крупных подразделений. И сейчас, когда в практику стратиграфических исследований докембрия вовлечены и другие органические остатки, в первую очередь онколиты и катаграфии, значение строматолитов не уменьшилось. В их изучении принимали участие такие выдающиеся исследователи, как Ч.Уолкотт, В.П. Маслов, К.Л. и М.А. Фентоны, Ю.Пиа, А.Г. Вологдин и многие другие. Однако, несмотря на почти девятистолетнюю историю изучения этих остатков, – а первое описание (А.Холл) появилось в 1883 г.¹ – остаются неясными и вызывают споры самые основные вопросы, начиная от осаднения карбонатов водорослями и кончая правомерностью применения к строматолитам бинарных латинских наименований. Иногда под сомнение ставится не только использование строматолитов в качестве руководящих ископаемых, но даже сама возможность их палеонтологического изучения. Напротив, некоторые положения, кочующие из одной книги в другую и считающиеся общепринятыми, на поверку оказываются ошибочными или недоказанными. Особенно много вопросов связано с изучением формы строматолитовых построек и с использованием морфологических характеристик в качестве диагностических признаков. Единства мнений по этому вопросу часто не бывает даже у совместно работающих исследователей, что приводит к применению нескольких параллельных классификаций, к различному пониманию таксонов и т.п.

Появление в последние годы работ обобщающего характера по строматолитам не уменьшило, а в ряде случаев даже увеличило эти трудности, тем более что теоретические выводы, полученные различными исследователями, иногда существенно отличаются друг от друга.

Непосредственным поводом для написания этой работы явилась необходимость сравнительного анализа строматолитов, известных на территории нашей страны в отложениях от нижнего протерозоя (не менее 1700–1800 млн.лет) до третичных. Выяснилось, что такое общее сравнение и описание строматолитов по всей геологической колонке невозможно без решения коренных, принципиальных вопросов подхода к изучению этих остатков и проблем их классификации.

Последние годы, прошедшие со времени выхода основополагающих работ В.П. Маслова (1960) и И.К. Королюк (1956а,б, 1960), были временем, когда "начерно" были изучены строматолиты практически из всех разрезов докембрийских отложений нашей страны. И уже это предварительное изучение позволило в общих чертах сопоставить древние толщи на всей территории СССР, от Кольмы и Охотского массива до Тянь-Шаня и о-ва Кильдин.

В настоящее время исследователи докембрийских органических остатков могут с полным правом говорить о достигнутых ими значительных успехах. Свидетельством широкого признания во всесоюзном масштабе значения строматолитов (вместе с онколитами) для стратиграфии докембрия явились и выход тома "Стратиграфия СССР", посвященного верхнему докембрию, и решения Якутского (1961 г.), Новосибирского (1962 и 1971 гг.), Фрунзенского (1964 г.), Уфимского (1967 г.), Карагандинского (1969 г.), Алма-

¹ А.Г. Вологдин (1962, стр. 17–19) справедливо связывает начало исследования строматолитов с экспедициями русского путешественника и геолога И.А. Лопатина в Туруханский район в 1866 г., на Ангару в 1874 г. и на Подкаменную Тунгуску в 1877 г. В дневниках Лопатина отмечаются образования, принятые им за кораллы и строматопоры, причем привязка этих находок к местности не оставляет сомнений о том, что речь идет о строматолитах. Но дневники Лопатина были опубликованы только в 1897 г.

Атинского (1971 г.) всесоюзных совещаний по стратиграфии верхнего докембрия и созыв в 1965 г. в Новосибирске Первого симпозиума по палеонтологии докембрия с приглашением большого числа ведущих советских и зарубежных исследователей. Работы по биостратиграфии докембрия неоднократно упоминались как одно из крупнейших достижений геологической науки последних лет.

Я надеюсь, что перечисление всех этих свидетельств значительного прогресса в изучении строматолитов докембрия и их использовании для стратиграфии позволит мне быть достаточно откровенным в разборе трудностей и нерешенных проблем, постоянно стоящих и возникающих перед исследователями этой группы органических остатков. Предлагаемую работу следует, очевидно, рассматривать как одно из последних обобщений этой стадии изучения строматолитов, необходимую ступень при переходе на новый уровень, который будет характеризоваться прежде всего гораздо большей детальностью исследований. При этом нам важно представить, по образному выражению А.Л. Яншина, "не только степень знания, но и степень нашего незнания" вопросов, связанных с изучением строматолитов.

Основной задачей работы является не столько изложение взглядов и решений, которые мне представляются в настоящий момент наиболее предпочтительными, сколько выявление и обсуждение существа и источников спорных вопросов, связанных со строматолитами. Естественно, что подобное обсуждение должно основываться на наиболее полном, представительном, достаточно наглядном и доступном для изучения фактическом материале. Поэтому основой работы явились данные о строматолитах, собранных на территории нашей страны. Опирается на материалы из других стран пока трудно. Правда, в последние годы зарубежные исследователи, изучающие докембрийские строматолиты Африки (Ж.Бертран-Сарфати), Австралии (М.Глесснер, М.Волгер, В.Прейсс), Индии (К.Валдия) и других регионов с применением к этим образованиям нашей методики исследования, стали получать сходные результаты. Это является хорошим подтверждением вывода о несомненном значении строматолитов для стратиграфии докембрия и об их пригодности для сопоставлений одновозрастных толщ весьма удаленных регионов, вплоть до различных материков (Glaessner a. o., 1969; Cloud, Semikhatov; 1969; Valdiya, 1969). В ближайшее время мы можем ожидать появления сводных обобщающих работ по зарубежным строматолитам. Но пока для решения общих вопросов, связанных с использованием строматолитов для стратиграфии, эти зарубежные материалы дают немного: изучение еще только начинается.

Работа не предусматривает равномерного детального и последовательного описания строматолитов, от древнейших до современных включительно. Но я надеюсь, что она сделает возможным появление таких описаний, одинаково понятных для всех исследователей.

Работа выполнена в Лаборатории стратиграфии и геохронологии верхнего докембрия Стратиграфического сектора ГИН АН СССР, руководимых Б.М. Келлером и В.В. Меннером. В основу ее положены результаты 15-летних исследований строматолитов на Южном Урале (1956, 1957, 1959, 1960, 1967 гг.), Среднем Урале (1961 г.), Северном Урале (1967 г.), п-ове Канин и о-ве Кильдин (1969 г.), в Карелии (1961 и 1969 гг.), Прибайкалье (1963 г.), в бассейне рек Лены, Алдана и их притоков (1963-1966 и 1968 гг.), на Енисейском крыже (1965 г.), в Туруханском районе (1966 г.), на Анабарском массиве (1966 г.), в Казахстане, Тянь-Шане и Средней Азии (1961, 1962, 1965, 1970 гг.) и в Крыму (1959, 1964 гг.). Было бы непосильной задачей перечислить всех участников экспедиций, благодаря энергии и энтузиазму которых эти поездки оказались успешными и продуктивными. Неоценимую помощь в исследованиях мне оказали на Урале М.И.Гарань, А.И.Олли, П.М. Есипов, А.И. Иванов, С.В. Младших и сотрудники руководимых ими учреждений и экспедиций, в Тянь-Шане - В.Г.Королев и сотрудники руководимой им группы и многие другие товарищи.

Материалы, которые легли в основу работы¹, неоднократно докладывались на заседаниях в ГИН АН СССР, ВСЕГЕИ, МГУ и в других учреждениях, а также были предметом обсуждения на коллоквиумах по строматолитам (Москва, 1964 г.; Новосибирск, 1971 г.), на симпозиуме по палеонтологии докембрия (Новосибирск, 1965 г.), на IV палеоэколого-литологической сессии (Симферополь - Кишинев, 1966 г.) и на упоминавшихся выше стратиграфических совещаниях. Много ценных замечаний я получал и по поводу опубликованных работ.

При формулировании окончательных выводов решающее значение имело также обсуждение этих проблем в личных беседах с Б.М. Келлером, В.В. Меннером, В.П. Масловым, И.К. Королюк, А.В. Копельовичем, А.Ю. Розоным, С.В. Мейеном, Ф.Я. Власовым, И.Г. Шаповаловой, З.А. Журавлевой, М.А. Семихатовым, М.Е. Раабен, Вл.А. Комаром, С.В. Нужновым, С.Н. Серебряковым и многими другими исследователями, которым я глубоко благодарен. Я благодарен И.К. Королюк и А.Д. Сидорову за предоставленную мне возможность ознакомиться с материалами по палеозойским строматолитам Урала и Сибири. Всем этим товарищам я благодарен также за передаваемые мне для определения или для сравнений образцы строматолитов из различных регионов, за ценные указания и советы.

¹ По состоянию на декабрь 1971 г.

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ

Строматолитами [stroma (греч.) – ковер, подстилка; lithos (греч.) – камень] называются прикрепленные к субстрату слоистые образования, которые встречаются преимущественно в карбонатных породах, являются продуктами жизнедеятельности низших растений, преимущественно синезеленых водорослей, и имеют определенные морфологические и текстурные особенности, позволяющие отличать их от похожих неорганических корок, конкреций и т.п. К морфологическим характеристикам относятся форма слоев, закономерное чередование бугров и впадин, форма биогермов, биостромов, столбиков или желваков. Слои, слагающие строматолиты, обычно обладают своеобразными текстурами и структурами – сгустковыми, пятнистыми, зернистыми или ритмичнослоистыми. Строматолиты обычно противопоставляются онколитам – концентрическислоистым желвакам, которые образованы такими же водорослями, но во время роста перекатывались по дну водоема.

Строматолиты, как постройки синезеленых водорослей, обладающие своеобразной “спонгиозтримидной” структурой, в какой-то мере противопоставляются постройкам других известывыделяющих водорослей. Водоросли-строматолиито-образователи связывали хемогенный и терригенный осадок и выделяли карбонат в процессе жизнедеятельности. Правда, мнения исследователей о роли биогенного карбоната в строматолитах значительно расходятся. Некоторые специалисты считают, что количество небиогенного карбоната “в строматолитах с устойчивыми формами роста практически равно нулю” (Королюк, 1963, стр. 481), другие, напротив, отрицают наличие биогенного карбоната в строматолитах. Так или иначе, но в результате жизнедеятельности водорослей образуются карбонатные корки, в которых остатки самих водорослей вследствие своеобразия фоссилизации цианофитов сохраняются в редких случаях, а в корках видны только разнообразные комковатые, сгустковые, сетчатые или губчатые структуры. Если же в постройках видны в изобилии определяемые водорослевые остатки, то такие образования обычно строматолитами не называют, а описывают как желваки или корки, образованные слоевищами определенных водорослей. Наиболее четко эту мысль выражает в своей капитальной монографии по ископаемым водорослям В.П. Маслов (1956а, стр. 9–10). Он описывает желваки и корки, образованные различными водорослями, в том числе и синезелеными (*Rivulariaceae* и *Pogonostromata*), подчеркивая, что это остатки колоний и слоевищ водорослей, и противопоставляет их строматолитам как образованиям более сложного строения (“нечто вроде рифов”) и имеющим совсем иную структуру. Так же поступают и большинство других палеоальгологов, которые никогда не называют строматолитами, скажем, постройки багрянок.

Надо заметить, что такой подход не лишен внутренней противоречивости: одним из доказательств водорослевой природы строматолитов является наличие в них редких остатков водорослей. С другой стороны, если таких остатков встречается слишком много, то постройку перестают считать строматолитом. Однако существование такого подхода можно понять, если вспомнить, как развивались эти представления.

Первоначально многие из этих образований принимались за остатки животных, что нашло отражение в названиях *Cryptozoon*, *Archaeozoon* и т.п. Название "строматолит" было предложено Е.Кальковским (Kalkowsky, 1908) для волнистослоистых корок и мелких столбчатых построек из триасовых отложений Германии, которые образовались в результате жизнедеятельности растений и в процессе роста были прикреплены к субстрату в отличие от онколитов ("оолитов"), образовавшихся тем же путем, но перекатывающихся волнами и течениями. Двумя годами раньше Гюрих (Gürich, 1906) описал своеобразные микроструктуры, названные спонгиостромадами, из нижнекаменноугольных отложений Бельгии. Позже вышла монография Ч.Уолкотта (Walcott, 1914), где описывались водорослевые постройки из докембрия Северной Америки. К середине 20-х годов выяснилось, что в этих трех работах речь шла об одинаковых объектах, и в палеоботаническом справочнике М.Хирмера, Ю.Пиа выделяет особую группу водорослей *Spongiostromata* подразделив ее на подгруппы *Stromatolithi* и *Oncolithi*. Отличие *Spongiostromata* от других групп водорослей Пиа видел в том, что "они не проявляют отчетливых органических структур, но часто имеют характерные формы роста. На основании сравнения с современными и третичными постройками я предполагаю, что они образуются путем выпадения извести в водорослевых скоплениях, но за пределами клеточных стенок" (Pia, 1927, стр. 36). Именно отсюда и идет та трактовка понятия "строматолит", о которой мы только что говорили.

В работах последнего десятилетия усилилась тенденция большего объединения строматолитов и онколитов как образований, имеющих единую природу. Одно из определений, помещенных в монографии В.П. Маслова "Строматолиты" (1960, стр. 20), звучит так: "Под строматолитами всеми исследователями понимаются ископаемые известковые или доломитовые стяжения, которые образуются низшими организмами на дне водоемов. Они выступают со дна наподобие твердого нароста (собственно строматолиты) или свободно перекатываются по дну движением воды (онколиты)". Как один из типов строматолитов (тип SS) включены онколиты и в классификацию Б.Логана, Р.Гинзбурга и Р.Резака (Logan a.o., 1962, 1964 и др.), наиболее широко используемую в зарубежной литературе. Можно насчитать не менее двух десятков существенно различающихся определений строматолитов. Интересный перечень таких определений приведен в работе Х.Гофманна (Hofmann, 1969a).

С другой стороны, к строматолитам стали иногда относить и постройки, содержащие большое количество водорослевых остатков или нацело сложенные такими остатками (например, Сонин, 1966; и др.). В работе К.Монти (Monty, 1967), посвященной описанию "современных строматолитовых водорослевых пленок", среди других типов упоминаются и пленки, сложенные преимущественно диатомовыми водорослями. Мне кажется, что при самом широком понимании термина "строматолит" все-таки не стоит включать в эту группу все водорослевые образования, известные в природе.

Строматолиты нарастают на дне водоемов в виде корок, желваков, обособленных столбиков или достаточно крупных биогермов и биостромов, прикрепленных к субстрату. Именно такие биогермы и биостромы и представляют наибольший интерес, поскольку из них происходит большинство описанных в литературе форм строматолитов.

В предлагаемой работе термины "биогерм" и "биостром" понимаются в соответствии с решением IV палеоэколого-литологической сессии, посвященной проблеме изучения рифовых и органогенных построек (см. Решение..., 1968). Под ископаемой органогенной постройкой понимается "геологическое тело, образованное нараставшими друг на друга животными (главным образом колониальными) и растительными организмами, которые делятся на рифостроителей, создававших каркас и "активно" соорудивших постройку, и рифоллобов, которые обитали на поверхности органогенной постройки или внутри нее и участвовали в ее создании лишь "пассивно", поставляя дополнительный, но

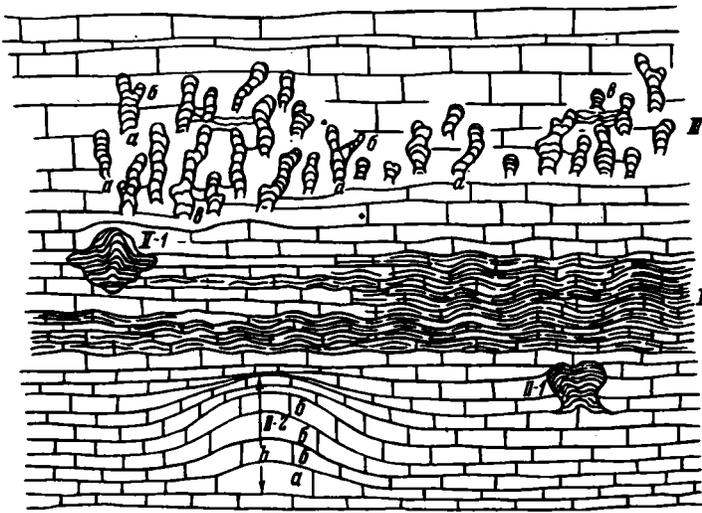


Рис.1. Типы строматолитовых построек, по И.К.Королюк (1960, стр.116)

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

по объему весьма значительный карбонатный материал... Ископаемые органические постройки разделяются на две большие группы.

А. Биостром - слоистая, реже массивная ископаемая органическая постройка, почти не возвышавшаяся над прилегающими синхронными отложениями иного литологического состава. Морфологически биостром, как геологическое тело, представляет пласт, серию пластов или уплощенную линзу, палеогеографически биостром - подводная заросль, банка ...

Б. Биогерм - массивная ископаемая органическая постройка, возвышающаяся над прилегающими синхронными отложениями иного литологического состава. Морфологически биогерм, как геологическое тело, является массивом или выпуклой линзой. Палеогеографически биогерм - подводный выступ: банка, холмик, или холм" (Решение ..., 1968, стр. 8-11).

Строматолитовые постройки приводятся в этом "Решении ..." в качестве примера простых, т.е. образованных одним преобладающим типом организмов-породообразователей, в данном случае - синезелеными водорослями.

Следует отметить также, что понятие "строматолитовая постройка" в геологической литературе применяется не только для названия биогермов и биостромов в целом, но и для обозначения отдельных их частей. Часто понятие "постройка" употребляется для обозначения одной или нескольких разветвляющихся колонок; в этом случае столбиком обычно называют отрезки колонок в промежутках между местами разветвления.

Внешний вид и текстурные особенности таких построек довольно разнообразны, хотя можно уверенно говорить о некоторых общих закономерностях. Биогермы и биостромы сложены либо слоями, протягивающимися, не прерываясь, через всю постройку (такие строматолиты называют пластовыми), либо скорлуповатыми обособленными желваками и колонками-столбиками, нередко ветвистыми, сближенными или разделенными промежутками. Пластовые, желваковые и столбчатые строматолиты (рис. 1) составляют три главных типа этих образований и, в общем, одинаково понимаются различными исследова-

Соединение		соединяющиеся
		частично соединяющиеся
		не соединяющиеся
Промежутки		соприкасающиеся $P=0$
		очень тесно сближенные $P < r$
		тесно сближенные $P < 2r$
		свободно сближенные $P > 2r$
		изолированные $P > 20r$

а

Тип	гладкая волнистая рифленая городчатая зубчатая	<p>волнистость разных порядков</p>
	<p>Форма арки</p> плоская выпуклая вогнутая коническая шлемовидная рогообразная субсферическая сферическая неясная	
Форма поперечного сечения	 	<p>округлое, овальное многоугольное, ланцетовидное и т.п.</p>

б

Рис.2. Горизонтальные соотношения между строматолитовыми постройками (а) и форма строматолитовых слоев (б), по Х.Гофманну (Hofmann, 1969a)

P - промежутки, r - радиус

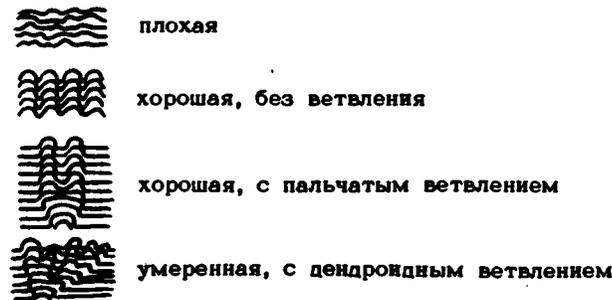
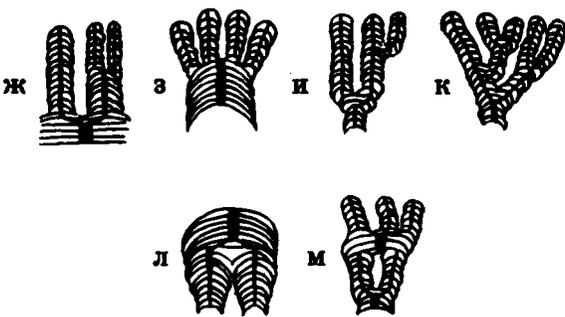
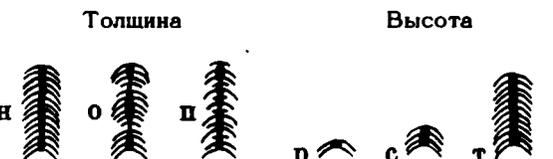
Унаследованность	 <p>плохая</p> <p>хорошая, без ветвления</p> <p>хорошая, с пальчатым ветвлением</p> <p>умеренная, с дендрондным ветвлением</p>
Положение столбиков	 <p>а б в г д е</p>
Характер ветвления	 <p>ж з и к л м</p>
Изменчивость	 <p>Толщина Высота</p> <p>н о п р с т</p>

Рис.3. Морфологические характеристики слоев и построек строматолитов, по Х.Гофманну (Hofmann, 1969a), с изменениями

а - прямой, б - наклонный, в - лежащий, г - восстающий, д - извилистый, е - концентрический; ж - распадение, з - мутовчатое, и - пальцевидное, к - дендрондное, л - срастание, м - чередование срастания и распадения; н - постоянная, о - с пережимами и раздувами, п - непостоянная; р - корка, с - желвак, т - столбик

телями, хотя точное определение этих типов в литературе появилось недавно (Королюк, 1960).

Детальный анализ признаков строматолитовых построек, которые перечисляются при описаниях форм и используются для классификации этих построек, в последние годы проводился в ряде работ (Королюк, 1960; Крылов, 1963; Комар, 1966; Раабен, 1969; и многие другие). Довольно четкий краткий синтез представлений о признаках строматолитов дается в работе Х.Гофманна (Hofmann, 1969a), из которой нами взяты рис. 2 и 3. Нет необходимости

повторять эти обзоры, а таксономическое значение, придаваемое тому или иному признаку в различных классификациях, видно из обзора этих классификаций во втором разделе предлагаемой работы.

Поэтому можно ограничиться кратким перечислением этих признаков и дать определения, необходимые для однозначного понимания последующих разделов.

Под столбчатыми строматолитами (Королюк, 1960, стр. 130) понимаются постройки, у которых высота превышает их диаметр. Желваковые строматолиты тоже отделены друг от друга и от вмещающей породы, но их диаметр больше высоты или соизмерим с ней. Пластовые строматолиты образованы слоями, которые, не прерываясь, проходят через весь биогерм или биостром. В классификации, предложенной американскими исследователями (Logan a. o., 1962, 1964 и др.), столбчатым и желваковым строматолитам отвечает тип SH, пластовым — тип LLH. Кроме того, выделяются столбчато-желваковые строматолиты, представляющие собой биогермы, сложенные тесно сближенными столбиками, и столбчато-пластовые, у которых встречается много слоев, объединяющих столбики (Крылов, 1963, стр. 57).

Наибольшее количество признаков упоминается для столбчатых строматолитов. Перечислим основные.

1. Размеры (длина, ширина, высота), обычно в сантиметрах.
2. Общая форма (субцилиндрические, клубнеподобные и т.д.).
3. Характер поперечного сечения (округлое, овальное, округло-угловатое и т.п.).
4. Характер бокового ограничения и боковой поверхности столбиков. Есть столбики с гладкой, бугристой, поперечнорёбистой поверхностью; слои могут плотно и многократно облекать поверхность столбиков (их слияние в краевой части образует "стенку"), а могут свисать с краев столбиков, образуя козырьки, кольцевые карнизы и соединительные мостики. Иногда столбик как бы облекается своеобразной оболочкой.
5. Характер ветвления столбиков: простое последовательное распадение широкого столбика на более узкие, разветвление на два или несколько новых, иногда с пережимом в основании столбиков, иногда с резким расширением первоначального столбика и т.п.
6. Ориентировка столбиков — вертикальные, наклонные, субпараллельные, радиально или кустисто расходящиеся и т.п.

Следующая группа признаков характеризует форму строматолитовых слоев. Форма слоя в плане обычно соответствует форме поперечного сечения столбиков. Вертикальное сечение слоя обычно называют аркой (Королюк, 1960). Арки бывают конические, уплощенные и т.д. Степень выпуклости арки определяется отношением ее высоты к диаметру. Повторение слоями формы предыдущих называется унаследованностью. Ф.Я. Власов (1970) разработал стройную систему детальных характеристик рельефа строматолитов (как совокупности бугров и впадин, образуемых поверхностью сезонного наслоения) и скульптуры — бугорков и ребрышек на поверхности слоев.

Слабее всего разработана терминология для текстурных и структурных особенностей строматолитов. Во многих работах последних лет (Раабен, 1969; Королюк, Сидоров, 1971; Шаповалова, 1971; и др.) справедливо отмечается большой разницей в отношении этих характеристик. Обычно каждый автор называет текстуры и структуры, не следуя каким-либо строгим правилам. Большинство исследователей, однако, сходятся во мнении, что упорядочение названий и создание единой классификации структур и текстур необходимо. В качестве первого шага И.Г. Шаповалова (1971) предложила использовать слегка видоизмененную классификацию структур строматолитов, предложенную В.П. Масловым (1960, стр. 48–51), с учетом работ последующих исследователей.

При этом под текстурой понимается общий характер расположения элементов постройки (слоистая, ленточная, неяснослоистая, неслоистая). Структурные характеристики определяют элементы, из которых состоит слой или столбик.

1. Зернистая (*granulosa*) – слой состоит из однородных мелких зерен карбоната.
2. Сгустковая (*glebulosa*). Сгусток – пятно пелитоморфного карбоната с нерезкими, расплывающимися контурами.
3. Комковатая (*massularis*). Комок – пятно пелитоморфного карбоната с четкими резкими контурами.
4. Сетчатая (*reticularis*) – переплетение темных полосок ("нитей") на фоне более светлого зернистого карбоната.
5. Губчатая (*spongioromorpha*) – переплетение светлых полосок ("каналов") на фоне темной массы.
6. Штриховатая (*striatus*) – тонкие темные прерывистые слойки, сложенные пелитоморфным карбонатом, погруженные в более светлый разнотельный карбонат.

Этот список можно было бы продолжить, но создание и обоснование единой классификации структур требуют специального исследования, что не входило в задачу предлагаемой работы. Особой проблемой при таком исследовании, как неоднократно подчеркивал В.П. Маслов, должно явиться отделение структур, отражающих хотя в какой-то мере морфологию водорослей, строивших строматолит, от структур, связанных с эпигенетическими и диагенетическими процессами. Это касается в первую очередь всевозможных "пятнистых", "шестоватых" и "хрустификационных" структур.

Строматолитовые желваки, биогермы и биостромы, как правило, четко обособляются от вмещающей породы. Монотипные биогермы и биостромы сложены строматолитами одного типа – только пластовыми или только столбчатыми (рис. 4). Чаще встречаются политипные биогермы и биостромы, сложенные закономерно сочетающимися пластовыми и столбчатыми постройками, причем центральные части таких биогермов обычно сложены вертикально ориентированными субпараллельными столбиками, краевые части – наклонными (до горизонтальных ответвлений) столбиками, а в основании, кровле и в краевых частях наблюдаются пластовые и столбчато-пластовые постройки. Особенно часто можно наблюдать пластовую корку в основании биогермов. Биогермы имеют караваеподобную форму, высота их соизмерима с диаметром.

Биостромы принципиально построены так же, как и биогермы, но их ширина обычно во много раз превышает высоту. Поэтому центральная часть постройки, сложенная субпараллельными и вертикально ориентированными столбиками, может протягиваться по простиранию на многие метры. В обнажениях такие биостромы нередко выглядят как пласты, нацело сложенные субпараллельными столбиками, и только специальные поиски позволяют обнаружить их краевые части с наклонными столбиками или с участками столбчато-пластовых и пластовых построек. Разумеется, все эти особенности видны только в полно развитых биогермах и биостромах.

Принципиальный смысл морфологической зональности построек в строматолитовых биогермах подробно рассмотрен Ф.Я. Власовым (1965, 1970). Основание биогерма отвечает времени, когда водоросли занимают определенный участок дна водоема, закрепляются на нем и начинают строить рельеф слоевища, отвечающий биологическим особенностям водорослей данного вида. При этом одни группы особей в колонии растут более быстро, выделяют больше кальцита или скрепляют больше осадка, другие – меньше, и в течение каждого сезона образуется корочка известкового осадка неравномерной толщины. Многократное наслаивание таких корок приводит к образованию закономерно чередующихся бугров и впадин. Затем наступает этап, который характеризуется константным наслаиванием, сохранением рельефа, отвечающего, по-видимому, оптимальным условиям жизнедеятельности данного вида водорослей. Наконец, в кровле биогерма происходит постепенное сглаживание, нивелировка рельефа строматолитовых слоев: на буграх "постаревшие" водоросли замедляют рост, слои становятся более тонкими, в промежутках – более толстыми. Это продолжается до тех пор, пока рельеф слоевища не сгладится.

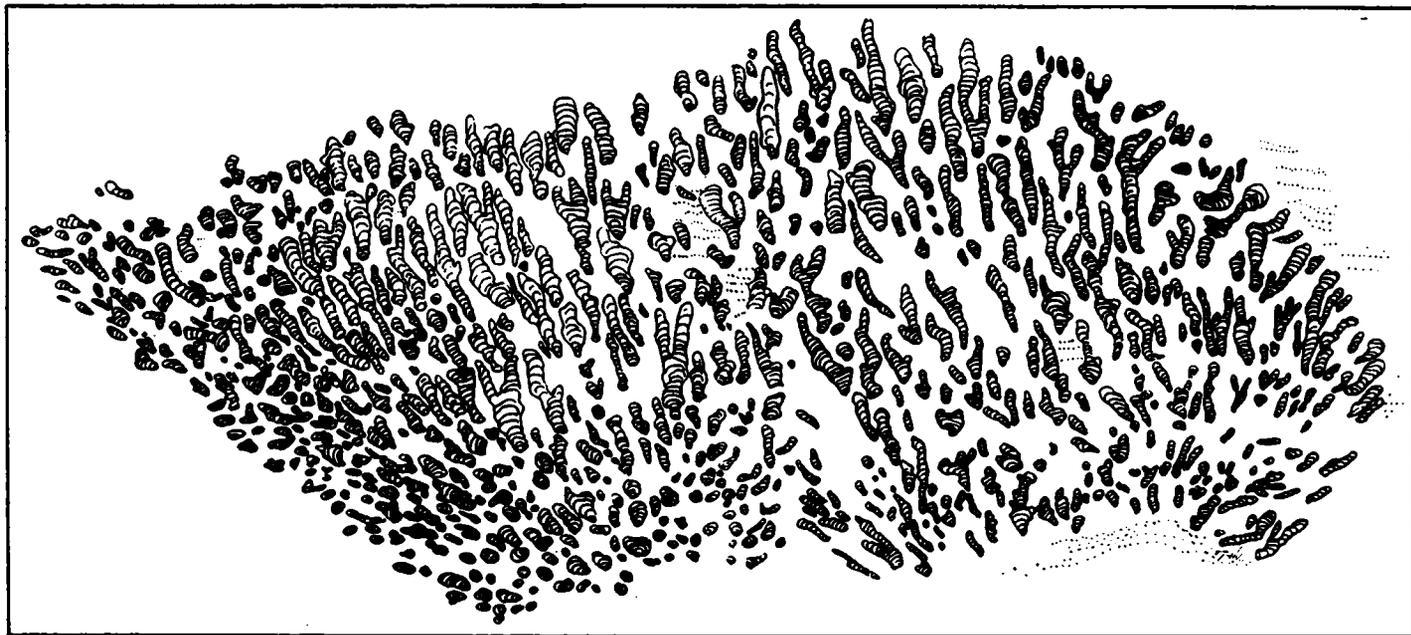


Рис.4. Биогерм со строматолитами *Gymnosolen* в центральной части. Верхний рифей, переходная пачка в основании жербинской свиты; р.Лена, против устья р. Б.Патом.

Уменьшено приблизительно в 7-8 раз.

Пример монотипного биогерма, сложенного только столбчатыми постройками

Мне кажется, что морфологические особенности строматолитовых построек и слоев из разных частей биогермов отмечены Ф.Я. Власовым совершенно правильно. Большинство руководящих форм строматолитов происходят как раз из центральных частей биогерма или биострома. Однотипно построенные биогермы и биостромы строматолитов с одинаковыми (до полной идентичности) постройками могут проследиваться в одновозрастных отложениях в регионах, удаленных один от другого на сотни и тысячи километров.

Труднее согласиться с биологическим истолкованием этих особенностей, которое дает Ф.Я. Власов. Он считает, что древние строматолиты – это “проявление колониальной формы жизни одновидовых организмов”, и подчеркивает, что колония – не просто “множество особей”, а объединение особей в высшее целое” (Власов, 1970, стр. 152). Это допущение позволяет Ф.Я. Власову применять к строматолитам такие термины, как “онтогенез” и “онтогенетическое развитие” (там же, стр. 159; и др.), “эволюционное развитие” (стр. 164) и даже “олигомеризация” (стр. 163). Зональность биогермов Ф.Я. Власов объясняет наличием трех стадий развития единой водорослевой колонии, которые он называет ювенильной (или юной), зрелой и старческой (стр. 158 и 171). Предостерегая от упрощенного истолкования этих стадий только как возрастных, Ф.Я. Власов подчеркивает, что они “есть в значительной степени отражение экологических условий” (стр. 171), приводит примеры морфологической изменчивости построек в однотипных биогермах, которые образовались в несколько различающейся обстановке (стр. 170), и отмечает, что вид строматолита может иметь несколько фенотипов. Этим самым Ф.Я. Власов заранее отвечает на критические замечания, которые могут возникнуть при недостаточно внимательном ознакомлении с его работой. Кроме того, выводы Ф.Я. Власова основываются на детальном изучении вполне конкретных нижнерифейских строматолитов Южного Урала, и их автор не претендует на распространение их на все строматолиты из всех геологических эпох и из различных регионов.

Я не могу назвать эти выводы невероятными или неправильными, поскольку нет никаких данных, опровергающих основное допущение Ф.Я. Власова о рассматриваемых им строматолитах как о продуктах жизнедеятельности единой одновидовой колонии. Но нет и однозначных доказательств. Более того, по справедливому замечанию Ф.Я. Власова (1970, стр. 152), само мнение о том, что строматолитообразователи докембрия относятся к синезеленым водорослям, является всего лишь гипотезой, хотя и весьма вероятной. Все же выводы Власова представляются мне излишне категоричными.

Глава II

СТРОМАТОЛИТЫ КАК ПРОДУКТ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИНЕЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Сейчас трудно установить, кем и когда был впервые сформулирован общепризнанный ныне вывод о том, что строматолиты являются постройками, связанными с жизнедеятельностью водорослей. О связи строматолитов с растениями говорилось уже в статье, где впервые появилось само их название (Kalkowsky, 1908); вывод о водорослевом происхождении этих образований был подтвержден Ч.Уолкоттом (Walcott, 1914), который не знал о работе Е.Кальковского. Ч.Уолкотт сравнивал строматолиты с “водными бисквитами” и другими образованиями типа известковистых туфов, которые образуются в современных озерах при активном участии водных растений, осаждающих карбонат. Но решающим аргументом для Уолкотта было не внешнее сходство строматолитов и водорослевых туфов, а находки в строматолитах “рода” *Camasia* каких-то линейно вытянутых образований, похожих, по его мнению, на цепочки сферических клеток, образующих водорослевые нити. Он рассматривал эти образо-

вания под микроскопом и привел в своей работе (Walcott, 1914; табл. 20) их изображение с увеличением в 350, 1200 и 1400 раз.

Забегая вперед, отметим, что в последующие годы подобные поиски органических микроструктур в древних строматолитах и во вмещающих породах привели к открытию целого мира интереснейших остатков в карбонатных и кремнистых породах докембрия – я имею в виду исследования Е.Баргхоорна, Дж. Шопфа, С.Тайлера. Подробное рассмотрение этих образований не входит в задачи предлагаемой работы. Отметим только, что органическая природа многих из этих остатков ставилась под сомнение последующими исследователями. Коснулись сомнения и находки Уолкотта. В 30-х годах американские исследователи К.Л. и М.А. Фентоны провели ревизию коллекций "Уолкоттовой водорослевой флоры" (C.L. Fenton, M.A. Fenton, 1936). При этом выяснилось, что образования *Camasia*, из которых были описаны эти "клетки", являются неорганическими структурами, и В.П. Маслов (1960, стр. 7) говорит о водорослевой природе "клеток" и "цепочек" с большим сомнением.

Несмотря на это, водорослевая теория образования строматолитов постепенно становится господствующей и многочисленные работы по современным строматолитам дают этой теории все новые и новые аргументы. Полный обзор литературы по этим вопросам, вышедшей в 1900–1950 гг., дан В.П. Масловым (1960, стр. 6–21), и это позволяет в предлагаемой работе останавливаться не на всех этих публикациях, а только на главнейших.

Сначала, казалось бы, подтверждалась гипотеза Ч.Уолкотта о строматолитах как образованиях только озерных водоемов. Наиболее известные работы по третичным строматолитам Германии (Reis, 1923) и формации Грин Ривер из западной части США (Bradley, 1923) и по современным "бисквитам" и желвакам Австралии (Mawson, 1929) показали, что эти образования характерны для пресноводных или осолоненных водоемов типа озер, замкнутых лагун или пересыхающих временных водоемов. Тем более интересна была работа М.Блэка (Black, 1933), достаточно детально описавшего современные морские строматолиты Большой Багамской банки. На русском языке подробное изложение статьи М.Блэка сделано В.П. Масловым (1950). В этой работе убедительно показано, что современные строматолитовые постройки образуются не одним каким-то видом, а целыми сообществами синезеленых водорослей, что они приурочены к участкам водоемов с непостоянной, переменчивой соленостью и что форма и строение этих образований в различных участках водоема различны, что может быть связано с фациальной обстановкой.

Эти выводы были подтверждены многими последующими работами. В последние годы было проведено несколько детальных исследований современных карбонатных водорослевых построек Багамских островов (Rezак, 1957; Monty, 1965, 1967, 1972), Флориды (Ginsburg, 1955, 1960), Западной Австралии (Logan, 1961), побережья Мексиканского залива (Dalrymple, 1965), Канарских островов (McMaster, Conover, 1966) Персидского залива (Kendall, Skipwith, 1968) и Бермудских островов (Gebelein, 1969). Один этот перечень показывает, насколько широко ведутся исследования.

Следует сразу же отметить, что применение термина "строматолит" к современным постройкам синезеленых водорослей нуждается в оговорках. В большинстве случаев современные "строматолиты" являются нелитифицированными образованиями, значительную часть которых составляет органическое вещество, обломочный материал и карбонатные минералы (в первую очередь арагонит, кальцит и доломит) нередко в виде разобщенных зерен и скоплений, не превратившихся еще в плотную карбонатную породу.

Наиболее детально изучены "строматолиты" Багамских островов, которые в течение более трех десятков лет со времени работ Блэка служат в литературе как бы эталоном при сравнении ископаемых строматолитов с современными. Им были посвящены исследования К.Монти (Monty, 1965, 1967, 1972). Этот бельгийский литолог и стратиграф сначала изучал палеозойские строматолиты Бельгии (Monty, 1963) с применением различных методик.

Ему, в частности, принадлежит единственная из предпринимавшихся пока попыток электронно-микроскопического изучения строматолитов (Gregoire, Monty, 1963). Основные проблемы, которые он поставил перед собой при исследовании современных строматолитов, прямо отвечали тем вопросам, которые больше всего интересуют геологов и палеонтологов, изучающих строматолиты ископаемые. "Имеют ли древние строматолиты своих аналогов в современных водоемах? Если да, то как они образуются? Являются ли строматолиты продуктом захвата и цементирования частиц осадка между нитями водорослей, как это считали Блэк и Гинзбург, или продуктом осаждения карбоната водорослями? Насколько сходны способы роста палеозойских и даже докембрийских синезеленых водорослей с современными? Что представляют собой структуры, которые мы видим в шлифах ископаемых строматолитов и считаем органическими остатками? Наконец, что такое строматолиты? Каково их экологическое значение?" (Monty, 1967, стр. 57).

В последующих разделах предлагаемой работы мы рассмотрим, каким образом и он, и другие исследователи отвечают на эти вопросы. Эти работы, а также некоторые статьи более ранних лет и послужили основным материалом для написания этого раздела.

СИНЕЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ И КАРБОНАТООСАЖДЕНИЕ

Синезеленые водоросли (Cyanophyta) относятся к числу наиболее примитивных организмов. У них нет оформленных ядер и хроматофоров, отсутствует половой процесс и жгутиковые стадии. По мнению большинства исследователей, эти признаки являются первичными, а сами синезеленые водоросли — одними из древних организмов нашей планеты. Литература по синезеленым водорослям обширна, но в первую очередь следует отметить капитальный трехтомный труд А.А. Еленкина (1936, 1938, 1949), Определитель синезеленых водорослей М.М. Голлербаха, Е.К. Косинской и В.И. Полянского (1953) и совсем недавно вышедшую небольшую великолепно написанную монографию С.В. Горюновой, Г.Н. Ржановой и В.К. Орлеанского (1969), посвященную главным образом вопросам биохимии и физиологии синезеленых водорослей. При составлении предлагаемого краткого обзора я использовал материалы по общим вопросам, связанным с Cyanophyta, главным образом из этих монографий. Из иностранных работ можно назвать монографии Б.Фотта (Fott, 1959) и Ф.Фрича (Fritsch, 1965).

Поразительна приспособленность синезеленых водорослей к различным условиям существования. Они могут жить на ледниках Антарктиды и в горячих (до 85°C) источниках, в пресных, соленых, хлористых, сульфатных и содовых водоемах, на самом разнообразном по твердости и химическому составу субстрате, в различной по химическому составу газовой среде. Среди синезеленых водорослей есть аэрофилы, требующие повышенного содержания кислорода, нитрофилы, развивающиеся на почвах, обогащенных азотом и аммиаком (например, "птичьи базары"), есть известкывыделяющие виды, активно участвующие в образовании туфов и травертинов, и эндолитические формы, растворяющие известковый субстрат и просверливающие в нем сложные системы каналов и ходов. Именно синезеленые водоросли являются растениями — пионерами в самых различных местах планеты. Они были первыми поселенцами на остатках взорвавшегося вулкана Кракатуа и тихоокеанских островах, явившихся в свое время полигонами для испытаний ядерных бомб.

Классификация синезеленых водорослей в настоящее время основывается исключительно на морфологических признаках. Тип Cyanophyta разделяется на три большие группы [в работе С.В. Горюновой и др. (1969) они названы классами]. К Chroococcaceae отнесены одиночные или колоннальные водоросли, не имеющие ни настоящих нитей, ни слоевищ. Даже нитеподобные колонии встречаются довольно редко, обычно же колонии представляют собой

более или менее правильные или беспорядочные скопления клеток. Споры и гетероцисты отсутствуют.

К классу *Chamaesiphoneae* отнесены прикрепляющиеся к субстрату одиночные и колониальные водоросли, размножающиеся при посредстве эндоспор и экзоспор. Клетки и нити имеют толстые упругие оболочки, влагалища отсутствуют. У одноклеточных водорослей четко проявляется полярность: верхние и нижние части клеток заметно различаются.

Наконец, класс *Notogoneae* объединяет наиболее высокоорганизованные формы нитевидных, иногда ветвящихся многоклеточных водорослей. Размножаются они с помощью гормогониев и реже — спор. Эти крупные подразделения (в других работах они называются то порядками, то отделами) объединяют около 50 семейств, огромное количество родов и тысячи видов.

Особенностью синезеленых водорослей является их склонность к образованию симбиотических систем и ассоциаций с другими видами водорослей, с бактериями и иными организмами. Авторы упоминавшейся монографии (Горюнова и др., 1969, стр. 64–72) описывают колоссальные сложности, которые возникают при попытках получить биологически чистые культуры синезеленых водорослей. Несмотря на самые различные химические, физические и биологические методы, отмечают авторы, как правило, получить абсолютно безбактериальную водорослевую суспензию никогда не удается. До самого последнего времени природа, биохимическое и физиологическое существо таких ассоциаций остаются невыясненными. Несомненно, встречаются эпифитозы — т.е. простое нарастание различных водорослей на других организмах без внедрения во внутренние полости и ткани растений-соседей; имеются среди синезеленых водорослей эндофиты, живущие в неповрежденных тканях различных органов животных и растений; есть, наконец, и сложные симбиозы, при которых соседи-сожители взаимно необходимы друг другу для нормальной жизнедеятельности всей колонии в целом. Природа большинства таких симбиозов остается невыясненной, и описание их обычно ограничивается определением и перечислением видов водорослей, бактерий и других симбионтов.

Среди этого огромного разнообразия нас, естественно, особенно интересуют виды и комплексы видов, участвующие в образовании известковых построек. К сожалению, новостей в этой области в последнее время появилось совсем немного.

Последние 10–15 лет, как уже отмечалось, знаменуются огромным интересом к биохимии и физиологии синезеленых водорослей. Однако среди потока работ на эту тему статьи об известкывыделяющей деятельности этих водорослей практически отсутствуют. В специальной главе "Прижизненные выделения водорослей и их физиологическая роль" монографии С.Н. Горюновой и др (1969), карбонат кальция даже не упоминается. В другом разделе той же монографии, где рассматривается роль различных минеральных соединений в жизнедеятельности синезеленых водорослей, говорится, что кальций необходим этим водорослям только как микроэлемент. Рост водорослей возможен и при полном его отсутствии, но добавление его в среду для многих видов приводило к увеличению биомассы, иногда значительному (до 33%). Только в одном месте на стр. 6 работы Горюновой имеются (со ссылкой на работу 30- и 70-летней давности) упоминания о том, что среди синезеленых водорослей описаны виды, откладывающие известь и участвующие в образовании известковых туфов или травертинов.

Напомним, как вообще представляется сейчас известкывыделяющая роль водорослей. Процесс сводится к переводу растворенного в воде бикарбоната кальция в нерастворимый кальцит или арагонит:



Активная роль водорослей (и, в частности, синезеленых) в осаждении карбоната рассматривается в работах Н.Н. Вороникина (1932, 1953), А.А. Елен-

кина (1938) и в многочисленных трудах В.П. Маслова, посвятившего многие годы успешному изучению известкосожаждающих водорослей.

Н.Н. Воронихин (1932) указывал на три способа осаждения карбоната кальция водорослями: 1) кальцит отлагается в виде отдельных зерен между нитями водорослей, 2) зерна кальцита осаждаются на поверхности водорослевых клеток и 3) кальцит инкрустирует пленки водорослей, образуя шарики или корочки вокруг водорослевых клеток. Аналогичным образом осаждают кальцит и некоторые бактерии, иногда входящие в состав симбиозов с водорослями (Калиненко, 1952).

Экспериментальные проверки процесса образования водорослями известковых корок сводились к тому, что колонии водорослей помещали в воду, обогащенную карбонатом кальция. Так, В.Брэдли (Bradley, 1929) культивировал колонии синезеленых водорослей *Nostoc cacralium* и в течение года получил шарики кальцита, инкрустировавшего водорослевые нити колоний. В.О. Калиненко (1952) помещал колонии бактерий в бассейн, вода в котором содержала кальций и железо, и получил бобовидные и овальные стяжения кальцита и окислов железа.

В обоих случаях опыты подтвердили, что водоросли и бактерии могут активно осаждают кальцит и окислы железа из окружающей их воды. Но, повторю еще раз, физиологическая и биохимическая сущность этих процессов остается пока невыясненной.

Н.Н. Воронихин (со ссылкой на Ю.Пиа) насчитывал до восьми теорий, пытавшихся объяснить физиологическую сущность процесса выпадения кальцита под воздействием водорослей, но все они основаны на предположениях и, насколько можно судить по известной мне литературе, ни одна из таких теорий не прошла проверки на современном уровне биохимической науки. Поэтому снова можно привести ссылку на работу В.П. Маслова (1961), в которой он обобщил данные различных исследователей и описал три типа осаждения известки водорослями.

1. Органическое выделение карбоната. Наблюдается у харовых, багрянков и др. У этих групп водорослей в клеточном соке содержание известки повышенное независимо от концентрации солей кальция в окружающей воде. В определенные моменты жизни водоросли (например, после оплодотворения оогония у харовых) начинается медленное обызвествление стенок клеток, которое приводит к образованию четких известковых микроструктур, достаточно точно отражающих прижизненную структуру водорослей.

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

3. Биохимическое выделение известки. В процессе жизнедеятельности водоросли поглощают CO_2 из окружающей воды, в тонкой пленке воды вокруг колонии изменяется pH, и это ведет к выпадению на поверхности водорослевых нитей разрозненных кристалликов кальцита.

Строматолитообразование, однако, нельзя сводить ни к одному из трех перечисленных типов. Это особый процесс, когда в результате жизнедеятельности водорослей образуются карбонатные корки сложной природы: это сочетание одновременно действующих химического, биохимического и отчасти физиологического осадений карбоната при вмешательстве механического осаднения терригенного материала (Маслов, 1961). Пропорции карбонатов различного происхождения в строматолитах оцениваются разными исследователями неодинаково, и невозможно сказать, в какой мере эти пропорции выдерживались в далеком прошлом.

В современных строматолитах наблюдается явное преобладание хемогенного и терригенного осадка над биогенным. Исследователи этих образований,

начиная с М.Блэка, считают, что роль водорослей в образовании корок сводится только к связыванию механически или химически осаждающегося из воды карбоната. Частицы ила оседают и задерживаются между нитями водорослей, как пыль застревает и накапливается между ворсинками ковра. Затем водоросли отмирают, органическое вещество разлагается, а осадок, уплотняясь, дает известковую корочку. Такая точка зрения приведена и в работе Б.Логана (Logan, 1961) по современным строматолитам Австралии, и в работах известного американского литолога Р.Гинзбурга (Ginsburg, 1955, 1960 и др.).

Это же объяснение образования строматолитовых корок приведено и в соответствующих статьях этих исследователей и Р.Резака (Logan a.o., 1962, 1964 и др.) и во многих других работах. Активное осаждение известки водорослями отмечается только для некоторых супралиторальных строматолитов Багамских островов (Monty, 1967). Карбонат кальция в этом случае в виде кристаллов, иногда игольчатых, отлагается в чехлах водорослевых нитей и образует корочки вокруг нитей и колоний одноклеточных водорослей.

Более крупные кристаллы встречаются вне чехлов, в слизистом веществе, заполняющем промежутки между нитями. Основная часть этих зерен и кристаллов не является, по мнению К.Монти, обломочными, а отлагается тут же внутри слизистого вещества. Дело не только в том, что слизь, окружающая водоросли, просто препятствовала бы проникновению зерен внутрь этих скоплений, но и в самом составе карбоната. Кальцит из этих водорослевых пленок отличается и от плейстоценовых карбонатных обломков и взвеси, которые переносятся реками с прилегающих берегов, и от известковой мути, которая осаждается в виде ила на дно водоема. Эти различия были подтверждены и электронно-микроскопическими исследованиями.

Другое объяснение процесса строматолитообразования допускает участие в реакциях дополнительных химических веществ, выделяемых водорослями, в частности аммиака, который вступает в реакцию с бикарбонатом кальция и переводит его в нерастворимый карбонат [цитируется по работе П.С. Краснопевовой (1946)]:



Разновидность этой гипотезы приводится в работе Д.Дальримпля (Dalrymple, 1965). Автор, изучающий современные водорослевые образования прибрежных лагун Мексиканского залива, несколько не сомневается, что водоросли сами по себе карбонат осаждают не могут, и в доказательство этого ссылается на исследования Р.Гинзбурга и других литологов, изучающих современное карбонатоосаждение. Однако подсчеты показывают, что в водорослевых корках накапливается кальцита гораздо больше, чем в окружающих осадках. По мнению Дальримпля, это может быть связано с разложением органического вещества отмирающих водорослевых клеток. При таком разложении (под воздействием бактерий) выделяется аммиак, который вступает в реакцию с окружающей морской водой. Именно поэтому над водорослевыми колониями и внутри таких колоний выпадает больше карбоната, чем над окружающими участками морского дна.

Следует особо отметить, что во всех этих случаях речь идет только об осаждении карбоната кальция (в виде кальцита или арагонита). Никем из исследователей не отмечалось участия водорослей в образовании доломита. Этот минерал является заведомо "вторичным" по отношению к водорослевым построениям, даже если он образуется на самых ранних стадиях литификации этих построек или диагенеза слагающих их пород.

Связь формы строматолитовых построек с видовым составом водорослей до самого последнего времени специально никем не анализировалась. Литологи изучали структуру породы строматолитов, а определения водорослей получали от альгологов. Альгологи в свою очередь просто растворяли породу в кислоте и не слишком интересовались, из каких построек происходят те или иные виды. Долгое время исключением была только работа М.Блэка (Black, 1933), где для каждого из четырех типов водорослевых построек Багамских островов приводились отдельные списки встреченных в них водорослей. Из этих списков можно было сделать три важных вывода.

Первым выводом было то, что современные строматолиты никак нельзя сравнивать ни с биологическими видами, ни хотя бы с остатками жизнедеятельности какого-либо вида водоросли. Строматолит – это сложное образование, обязанное своим появлением целой группе водорослей. При этом, по справедливому замечанию В.П. Маслова (1960, стр. 24), "строматолиты относятся к водорослям, как коралловые рифы к самим кораллам". Но, пожалуй, еще более точным будет сравнение строматолитов с болотными кочками, в которых можно встретить остатки самых различных растений. И в то же время кочки, скажем, сфагновых торфяных болот достаточно заметно отличаются от кочек в камышовых или осоковых зарослях.

Второй вывод (точнее – предположение) касался неодинаковых ролей, которые играют различные виды водорослей в этих сообществах. В.П. Маслов считал, что во многих случаях в дерновинке преобладал один какой-нибудь вид водоросли – "хозяин", который и определял форму колонии и, следовательно, морфологию строматолитовой корки. Но это были только предположения, поскольку не было исследований, показывающих роль каждого из видов водорослей в создании строматолитовой постройки.

Наконец, третий вывод состоял в том, что разные по морфологии постройки образованы различными по составу комплексами водорослей-строматолитообразователей.

Названия водорослей приводились и другими исследователями, изучавшими современные строматолиты, но эти списки были скорее похожи на иллюстрации, чем на фактический материал, позволяющий делать какие-то выводы. Так, из куполоподобных желваков в Большом Соленом озере США (Eardley, 1938) отмечались *Aphanotheca packardii* (Furl.) Setch., а в отдельных местах *A. utahensis* Tild. и, возможно, *Pleurocapsa entophysaloides* Setch. and Gard. Б.Логан (Logan, 1961) отмечает присутствие в строматолитах северного побережья Австралии водорослей *Entophysalis deusta* (Menegh.) Dr. and Daily., *Schizothrix fuscescens* (Kütz) Gom., *Plectonema terebrans* Born. and Flah. и *Microcoleus chthonoplastes* (Fl. Dan) Thur., а американские исследователи, изучавшие прибрежные осадки Флориды (Logan a. o., 1964), из одной водорослевой пленки определили 28 видов водорослей.

Исследования К.Монти дали конкретный материал для выяснения роли наиболее широко распространенных современных водорослей-строматолитообразователей. Оказалось, что сообщества водорослей на Багамских островах значительно разнообразнее, чем это представлял М.Блэк. Кстати, и сам состав водорослей, упоминаемых в работах Монти, значительно отличается от списков, приведенных Блэком. Монти объясняет эти различия иным, чем у Блэка, подходом к таксономии синезеленых водорослей. Среди водорослей Багамской Банки главнейшими, по мнению Монти, являются:

1. *Schizothrix calcicola* – мелкая нитчатая водоросль диаметром от 0,9 до 2 мк, растущая или в виде отдельных нитей, или колониями, образующими пленки, подушки или слоистые купола. Это космополитная водоросль, известная и в пресных, и в очень соленых водах (например, в Мертвом море), на

начиная с М.Блэка, считают, что роль водорослей в образовании корок сводится только к связыванию механически или химически осаждающегося из воды карбоната. Частицы ила оседают и задерживаются между нитями водорослей, как пыль застревает и накапливается между ворсинками ковра. Затем водоросли отмирают, органическое вещество разлагается, а осадок, уплотняясь, дает известковую корочку. Такая точка зрения приведена и в работе Б.Логана (Logan, 1961) по современным строматолитам Австралии, и в работах известного американского литолога Р.Гинзбурга (Ginsburg, 1955, 1960 и др.).

Это же объяснение образования строматолитовых корок приведено и в соответствующих статьях этих исследователей и Р.Резака (Logan a. o., 1962, 1964 и др.) и во многих других работах. Активное осаждение известки водорослями отмечается только для некоторых супралиторальных строматолитов Багамских островов (Monty, 1967). Карбонат кальция в этом случае в виде кристаллов, иногда игольчатых, отлагается в чехлах водорослевых нитей и образует корочки вокруг нитей и колоний одноклеточных водорослей.

Более крупные кристаллы встречаются вне чехлов, в слизистом веществе, заполняющем промежутки между нитями. Основная часть этих зерен и кристаллов не является, по мнению К.Монти, обломочными, а отлагается тут же внутри слизистого вещества. Дело не только в том, что слизь, окружающая водоросли, просто препятствовала бы проникновению зерен внутрь этих скоплений, но и в самом составе карбоната. Кальцит из этих водорослевых пленок отличается и от шлейстоценовых карбонатных обломков и взвеси, которые переносятся реками с прилегающих берегов, и от известковой мути, которая осаждается в виде ила на дно водоема. Эти различия были подтверждены и электронно-микроскопическими исследованиями.

Другое объяснение процесса строматолитообразования допускает участие в реакциях дополнительных химических веществ, выделяемых водорослями, в частности аммиака, который вступает в реакцию с бикарбонатом кальция и переводит его в нерастворимый карбонат [цитируется по работе П.С. Краснопеевой (1946)]:



Разновидность этой гипотезы приводится в работе Д.Дальримпля (Dalrymple, 1965). Автор, изучающий современные водорослевые образования прибрежных лагун Мексиканского залива, несколько не сомневается, что водоросли сами по себе карбонат осаждают не могут, и в доказательство этого ссылается на исследования Р.Гинзбурга и других литологов, изучающих современное карбонатное осаждение. Однако подсчеты показывают, что в водорослевых корках накапливается кальцита гораздо больше, чем в окружающих осадках. По мнению Дальримпля, это может быть связано с разложением органического вещества отмирающих водорослевых клеток. При таком разложении (под воздействием бактерий) выделяется аммиак, который вступает в реакцию с окружающей морской водой. Именно поэтому над водорослевыми колониями и внутри таких колоний выпадает больше карбоната, чем над окружающими участками морского дна.

Следует особо отметить, что во всех этих случаях речь идет только об осаждении карбоната кальция (в виде кальцита или арагонита). Никем из исследователей не отмечалось участия водорослей в образовании доломита. Этот минерал является заведомо "вторичным" по отношению к водорослевым постройкам, даже если он образуется на самых ранних стадиях литификации этих построек или диагенеза слагающих их пород.

Связь формы строматолитовых построек с видовым составом водорослей до самого последнего времени специально никем не анализировалась. Литологи изучали структуру породы строматолитов, а определения водорослей получали от альгологов. Альгологи в свою очередь просто растворяли породу в кислоте и не слишком интересовались, из каких построек происходят те или иные виды. Долгое время исключением была только работа М.Блэка (Black, 1933), где для каждого из четырех типов водорослевых построек Багамских островов приводились отдельные списки встреченных в них водорослей. Из этих списков можно было сделать три важных вывода.

Первым выводом было то, что современные строматолиты никак нельзя сравнивать ни с биологическими видами, ни хотя бы с остатками жизнедеятельности какого-либо вида водоросли. Строматолит – это сложное образование, обязанное своим появлением целой группе водорослей. При этом, по справедливому замечанию В.П. Маслова (1960, стр. 24), "строматолиты относятся к водорослям, как коралловые рифы к самим кораллам". Но, пожалуй, еще более точным будет сравнение строматолитов с болотными кочками, в которых можно встретить остатки самых различных растений. И в то же время кочки, скажем, сфагновых торфяных болот достаточно заметно отличаются от кочек в камышовых или осоковых зарослях.

Второй вывод (точнее – предположение) касался неодинаковых ролей, которые играют различные виды водорослей в этих сообществах. В.П. Маслов считал, что во многих случаях в дерновинке преобладал один какой-нибудь вид водоросли – "хозяйин", который и определял форму колонии и, следовательно, морфологию строматолитовой корки. Но это были только предположения, поскольку не было исследований, показывающих роль каждого из видов водорослей в создании строматолитовой постройки.

Наконец, третий вывод состоял в том, что разные по морфологии постройки образованы различными по составу комплексами водорослей-строматолитообразователей.

Названия водорослей приводились и другими исследователями, изучавшими современные строматолиты, но эти списки были скорее похожи на иллюстрации, чем на фактический материал, позволяющий делать какие-то выводы. Так, из куполоподобных желваков в Большом Соленом озере США (Eardley, 1938) отмечались *Aphanotheca packardii* (Furl.) Setch., а в отдельных местах *A. utahensis* Tild. и, возможно, *Pleurocapsa entophysaloides* Setch. and Gard. Б.Логан (Logan, 1961) отмечает присутствие в строматолитах северного побережья Австралии водорослей *Entophysalis deusta* (Menegh.) Dr. and Daily., *Schizothrix fuscescens* (Kütz) Gom., *Plectonema terebrans* Born. and Flah. и *Microcoleus chthonoplastes* (Fl. Dan) Thur., а американские исследователи, изучавшие прибрежные осадки Флориды (Logan a. o., 1964), из одной водорослевой пленки определили 28 видов водорослей.

Исследования К.Монти дали конкретный материал для выяснения роли наиболее широко распространенных современных водорослей-строматолитообразователей. Оказалось, что сообщества водорослей на Багамских островах значительно разнообразнее, чем это представлял М.Блэк. Кстати, и сам состав водорослей, упоминаемых в работах Монти, значительно отличается от списков, приведенных Блэком. Монти объясняет эти различия иным, чем у Блэка, подходом к таксономии синезеленых водорослей. Среди водорослей Багамской Банки главнейшими, по мнению Монти, являются:

1. *Schizothrix calcicola* – мелкая нитчатая водоросль диаметром от 0,9 до 2 мк, растущая или в виде отдельных нитей, или колониями, образующими пленки, подушки или слоистые купола. Это космополитная водоросль, известная и в пресных, и в очень соленых водах (например, в Мертвом море), на

мелководье и на глубинах до 390 м. Однако оптимальными условиями для ее роста являются периодически увлажняемые участки вблизи нижней границы приливно-отливной зоны. Она является наиболее важным членом водорослевых плёнок, где обычно ассоциируется с *Lyngbya aestuarii* (морские условия) или со *Scytonema* (пресные и солоноватые водоёмы). Она не может сохраняться в ископаемом состоянии, так как не обызвествляется и не образует настоящих карбонатных трубок.

2. *Scytonema myochrous* – более крупная, преимущественно наземная, аэрофитная водоросль, распространенная выше уровня прилива в зоне, смачиваемой волнами прибоя, где она образует купола, дискообразные и подушкообразные колонии. Ее нити окружены толстым (до 30 мк) слизистым чехлом, защищающим их от высыхания. Эти чехлы часто фоссилизуются, образуя трубки, похожие на *Ortonella*.

3. Более мелкая *Scytonema crustaceum* имеет нити диаметром до 20 мк. Она любит более влажную обстановку и наиболее часта в приливно-отливной зоне.

4. К приливно-отливной зоне приурочены нитчатые формы так называемого ривуляриевого комплекса – *Rivularia biolettiana* и др.

5. Кроме нитчатых форм широко распространены коккоидные синезеленые водоросли: *Entophysalis deusta*, *Johannobaptista pellucida* и различные виды родов *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*, *Anacystis* и т.д. В комплексе с другими водорослями они образуют фитоценозы в различных обстановках, могут быть сверлильщиками и центрами известкования.

Монти подробно описывает различные колонии водорослей и постройки, которые образуются в результате их жизнедеятельности. Состав водорослевых сообществ в дерновинках и преобладание в них тех или иных видов определяется прежде всего экологическими факторами. Аэрофитные водоросли типа *Scytonema myochrous* требуют иных условий жизни, чем более влаголюбивые *Schizothrix calcicola*. Поэтому роль этих водорослей даже в единичных ассоциациях может быть различной в разное время. Необходимо добавить также, что в состав водорослевых комплексов наряду с синезелеными иногда входят и водоросли иных типов, в частности, зеленые и диатомовые.

Рассмотрим несколько примеров, приведенных Монти. На прибрежной равнине, выше уровня прилива, наблюдаются пленки и не крупные (высотой до 5–6 см) желваки, сложенные *Schizothrix calcicola*, *Scytonema myochrous* (два преобладающих вида), *Entophysalis deusta*, водорослями из родов *Plectonema*, *Gloeocapsa*, *Aphanocapsa*, а также зелеными и диатомовыми водорослями. В зависимости от условий два "вида-хозяина" поочередно уступают первенство друг другу; в более сухие периоды активнее растут *Scytonema myochrous*, в более влажные – *Schizothrix calcicola*. Именно для этого типа построек Монти отмечает наличие активно осаждающегося водорослями карбоната.

На песчаных отмелях по берегам лагун, иногда вблизи устьев крупных ручьев, омываемых то нормально морской, то опресненной (после дождей), то осолоненной (в сухое время года) водой, первыми поселяются *Schizothrix calcicola*, образующие корочки-чешуйки, перекатываемые водой, и *Scytonema crustaceum*, которая является преобладающим видом ("хозяином", по терминологии Маслова) в комплексе, куда входят также *Entophysalis deusta*, *Aphanocapsa*, *Gloeocapsa*, *Johannobaptista pellucida*, *Anacystis demediate* и др. Рост водорослевых плёнок начинается с одиночных рассеянных пластинок и чешуек (где большую роль играет *Schizothrix calcicola*), а затем, постепенно укрупняясь и соединяясь, дерновинки разрастаются, покрывая значительные участки дна. Во всех случаях это будут слоистые образования с вполне закономерными структурно-текстурными особенностями.

В более глубоких частях лагуны с относительно спокойной гидродинамической обстановкой в водорослевом комплексе начинает преобладать *Schizothrix calcicola*. В этих случаях вместо плоских волнистых плёнок могут образоваться круглые куполовидные постройки.

Еще ниже, не поднимаясь в приливно-отливную зону, растут шаровидные и куполоподобные постройки, образованные водорослями с преобладанием *Lyngbya aestuarii*.

По-иному выглядят постройки водорослей "ривуляриевого комплекса", приуроченные к участкам приливно-отливной зоны. Помимо *Rivularia bicolettiana*, в состав дерновинки входит *Dichothrix bormetiana*, *Scytonema myochrous*, *Schizothrix calcicola* и *Polythrix cowemboosa*. К этому комплексу относится также и более широко распространенная эвригалинная форма *Lyngbya aestuarii*. Особенностью таких пленок является наличие прочных упругих и достаточно длинных нитей *Rivularia*, между которыми застревают, а потом и скрепляются водорослями значительное количество терригенных частиц. Дерновинки представляют собой пятнистые пленки, гладкие или имеющие мелкие округлые бугорки высотой 5-10 мм.

Строго говоря, описываемое морфологическое разнообразие современных строматолитовых построек совсем невелико и сводится к наличию обособленных бугров (тип SH, по классификации Б. Логана и др.) и пластовых пленок, покрывающих значительные пространства дна (тип LLH). При этом во многих случаях можно видеть, что одни и те же сообщества водорослей могут в зависимости от чисто внешних факторов - скорости движения воды, глубины, устойчивости или неустойчивости направления течения - строить морфологически различные постройки - и пластовые, и желваковые, а бугры могут иметь то округлую, то удлинненную форму с симметричными или асимметричными краями (Hoffman a. o., 1969; Gebelein, 1969; и др.). В упомянутых работах делается в довольно категоричной форме вывод: морфология построек очень изменчива и определяется только условиями, в которых росли водоросли. И на этом основании более подробное описание морфологии построек не приводится.

Именно в этом и состоит кажущееся противоречие между исследователями современных строматолитов, утверждающими, что морфология строматолитов не связана с составом водорослей-строматолитообразователей, и исследователями древних строматолитов, которые говорят о наличии такой связи. Дело сводится к различному пониманию слов "изменчивость морфологии". Выше уже упоминалось, что политипные биогермы, когда в пределах одной постройки имеются и пластовые и столбчатые образования, - явление самое обычное и в древних отложениях. Специально это рассматривается ниже, в разделе, посвященном биогермным рядам. В докембрии сравниваются пластовые строматолиты из одного биогерма с пластовыми из другого, расположенного в соседнем обнажении или в слоях иного возраста. Точно так же поврозь сопоставляются столбчатые, желваковые и иные постройки.

Поэтому, говоря о морфологии современных строматолитов, очевидно, было бы очень интересно рассмотреть полные наборы морфологических модификаций построек, скажем, "ривуляриевого комплекса" и сравнить его с набором построек, характерных для комплекса других водорослей. Вряд ли можно сомневаться, что пластовые корки, образованные различными ассоциациями водорослей, будут иметь и морфологические отличия. Иначе почему Монти приводит отдельные описания для построек различных водорослевых ассоциаций? Но таких анализов в работах по современным строматолитам не приводится.

ТЕКСТУРА И СТРУКТУРА СОВРЕМЕННЫХ СТРОМАТОЛИТОВ

Основной текстурной особенностью строматолитов является их ритмическая слоистость. Этот признак, давший название всей этой группе органических остатков, отчетливо проявляется у большинства строматолитов и обычно сохраняется при вторичных изменениях - при замещении карбоната в строматолитовой постройке другими минералами и перекристаллизации. Различные характеристики слоев - их толщина, границы, текстурные и структурные осо-

бенности – описываются обязательно даже теми исследователями, которые не придают этим признакам таксономического значения.

У большинства ископаемых строматолитов слои неоднородны. Обычно нижняя часть каждого такого слоя сложена относительно крупнозернистым, как правило, более чистым и светлым карбонатом, который выше по слою становится тонкозернистым, темным и часто заканчивается примазкой углистоного или глинистого вещества. И.К. Королюк даже считает, что правильнее говорить не об одном слое, а о паре микрослоев: "В процессе жизнедеятельности водоросли периодически образуют два слоя – слой, максимально обогащенный известью, и слой, сравнительно мало обызвествленный; последний обызвествляется несколько позднее, после отмирания колонии" (Королюк, 1960, стр.114, 115). Значение каждого из таких микрослоев может быть не одинаковым. Одни слои (Королюк называет их основными) протягиваются через всю постройку и участвуют в образовании стенки, другие (дополнительные) микрослои залегают между основными в виде линз. Вместе такая пара микрослоев образует цикл или ритм (Королюк, 1960, стр. 116).

Образование строматолитовых слоев обычно связывалось с сезонной циклическостью роста водорослевых колоний. Предполагалось, что весной водоросли растут более бурно, преобладает биогенное осаждение карбонатного материала. В это время образуется зернистая рыхлая нижняя часть прослоя. Водорослевая слизь препятствует проникновению внутрь колонии терригенных частиц, поэтому нижняя часть слоя более светлая, менее загрязненная примесью обломочного материала. Постепенно (ближе к осени) рост колонии замедляется, а потом вообще прекращается (зима). В это время преобладает хемогенное и механическое осаждение карбоната и обломочных частиц и образуется верхняя, более плотная и темная часть слоя. С наступлением весны цикл повторяется. Если строматолиты образуются в тропиках или субтропиках, где водоросли растут круглый год, циклическость слоев может отражать такие сезонные явления, как чередование засушливых и дождливых периодов или периодов ураганов и более спокойных времен года. И.К. Королюк считала неточным название "годичное наслоение", предлагавшееся К.Б. Кордэ (1954, стр. 534), поскольку "не исключена возможность образования нескольких циклов микрослоев в год" (Королюк, 1960, стр. 116).

В.П. Маслов (1937, 1960 и др.) связывал образование тонких темных слоечков не столько с глинистым, сколько с углистым веществом и высказывал интересную мысль о различном значении водорослей и бактерий в разные сезоны. Весной и летом бурно растут водоросли, осенью и зимой их рост прекращается, многие из них отмирают, а остатки умерших клеток перерабатываются бактериями с образованием в конце концов углистых частиц. Поэтому верхние части слоев, подвергавшиеся такой переработке, становятся более темными.

На основании этих предпосылок неоднократно предпринимались попытки подсчитать время, необходимое для образования строматолитовых биогермов различного размера. В.Брэдли (Bradley, 1923) оценивал время образования наиболее крупных строматолитовых рифов третичной формации Грин Ривер высотой до 5,5 м всего в 350 лет. В.П. Маслов (1937) считал, что для образования некоторых кембрийских и нижнесилурийских рифов потребовалось до 1000 лет. Конечно, подсчеты эти приблизительны, но они определяли порядок цифр, ни у кого не вызывавший сомнений и возражений. Однако в последние годы в эти, казалось бы, ясные и устоявшиеся представления о слоистости строматолитов были внесены существенные изменения. Связаны они были приведенными К.Монти детальными исследованиями багамских строматолитов (Monty, 1965).

Слоистость современных багамских строматолитов сводится в конечном счете к чередованию слоев, обогащенных органическим веществом (так называемые глиалиновые слои), и слоев, содержащих значительное количество известковых частиц (так называемые кальцитизированные слои). Различия между типами слоистости у разных построек определяются толщиной прос-

лоек, составом и размером частиц в кальцитизированных слоях и видовым составом водорослей в глинистых слоях. А все это в свою очередь определяется той обстановкой, в которой образуются постройки.

Глинистые слои обычно образованы водорослями, нити которых имеют различную ориентировку. Иногда они расположены горизонтально и как бы растлаиваются по субстрату, иногда образуют подобие войлока из различно ориентированных переплетающихся нитей. Кальцитизированные слои могут быть сложены теми же самыми или другими видами водорослей, но их нити расположены более редко и ориентированы преимущественно вертикально. Между ними заключены карбонатные зерна, как осаждаемые водорослями, так и захваченные ими из выпадающего на дно осадка (рис. 5-7). Желая выяснить, с какой скоростью происходит рост построек, Монти насыпал поверхность колоний тонким (размер частиц 20-40 мк) порошком карборунда. Через определенные интервалы времени (12 часов, сутки, 6 дней) собирались образцы и тут же в поле изучались под биноклем. Выяснилось, что слоистость может быть суточной, причем за сутки строматолитовая постройка вырастала на 600 мк. Такой способ роста наблюдался, например, в инфралиторальных постройках водорослей *Schizothrix calcicola*.

В следующей работе, более детальной, К. Монти (Monty, 1967, стр. 90) подробно описывает, как образуются слои различных типов. В постройках, образующихся в результате жизнедеятельности водорослей *Scytonema myochrous*, в течение первой половины дня наблюдается активный рост водорослей вверх. Нити их ориентированы вертикально и образуют более толстый и рыхлый слой. В промежутках между нитями накапливаются зерна карбоната. В конце дня и ночью волокна растут медленнее и ориентированы горизонтально. Если осадочные частицы продолжают выпадать в том же количестве, что и днем, они оседают на пленке из горизонтальных переплетенных нитей и образуют тонкую прослойку. На другой день цикл повторяется.

Конечно, не во всех случаях рост строматолита идеально отвечает этой схеме. Подвижность воды, принос большого количества терригенных частиц, неравномерное увлажнение или высушивание мешают нормальному развитию водорослевых колоний и росту строматолитов. Та же маркировка карборундовым порошком показывает, что рост неодинаков и в разных участках одной и той же пленки. Нередко он приостанавливается на несколько дней в одной части колонии и продолжается на соседних участках. Если такое чередование роста и покоя сохраняется на продолжительный срок, начинают возникать закономерные и выдержанные выпуклости и впадины, а сама постройка становится куполообразной.

Монти не считает суточные циклы роста водорослей единственным возможным объяснением слоистости. Этот способ роста наиболее характерен для построек с преобладанием *Schizothrix*. В постройках с преобладанием *Scytonema crustaceum* слоистость может отвечать приблизительно недельным циклам. Эти постройки расположены в верхней части приливно-отливной зоны; во время высоких приливов они покрываются на несколько дней водой, а во время низких - несколько дней остаются на поверхности. Этим циклам и отвечает слоистость. В постройках с преобладанием *Scytonema myochrous* кроме описанной выше суточной слоистости наблюдается слоистость, которая может отвечать этапам большего или меньшего увлажнения. Такие этапы могут иметь длительность от нескольких недель до целого сезона. Наконец, со ссылкой на данные о постройках водорослей *Rivularia haematites* из австрийских озер отмечается, что слоистость может быть и годичной.

Таким образом, материалы по современным строматолитам Багамских островов не опровергают предположений о природе слоистости, высказывавшихся ранее, но показывают, что картина может быть еще более сложной.

Суточная слоистость отмечается К. Гебелейном (Gebelein, 1969) и для современных строматолитов Бермудских островов. Водорослевые пленки здесь образованы двумя видами нитчатых синезеленых водорослей - *Schizothrix*

callicola (80–95%) и *Oscillatoria submembranaceae* (5–15%) с небольшим количеством мелких коккоидных синезеленых водорослей, видовая принадлежность которых не была определена. *Sch. callicola* имеет более тонкие нити, быстро растущие вверх в светлое время суток. В это время происходит улавливание осадка, выпадающего на поверхность водорослевой дерновинки. У *Osc. submembranaceae* нити толще, растут медленнее и ориентированы преимущественно горизонтально в плоскости напластования слоев. В ночное время су-

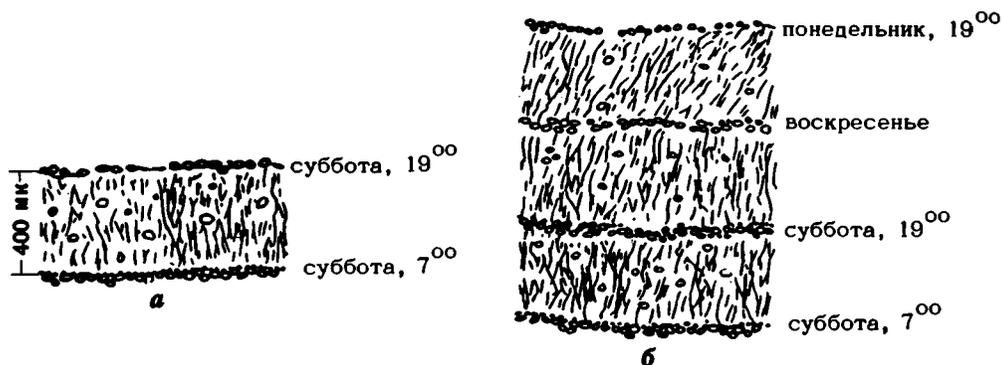


Рис.5. Маркировка инфралиторальных построек водорослей карборундовым порошком, по К.Монти (Monty, 1967)

а - за 12 часов постройка выросла на 400 мк; б - за 3 дня прирост составил от 600 до 1200 мк, с ежедневным приростом от 200 до 400 мк

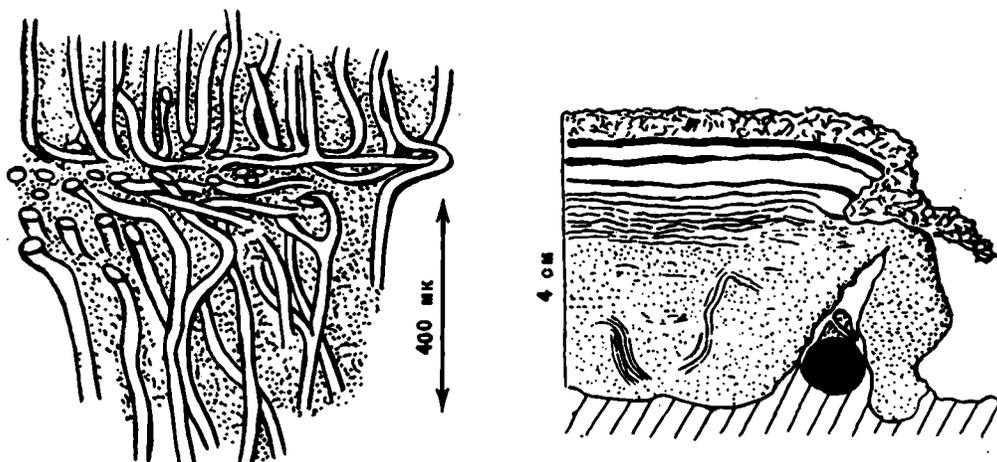


Рис.6. Схематический разрез через колонию *Scytonema myochrous*, показывающий периодическое чередование нитей, ориентированных то вертикально (день), то горизонтально (ночь), по К.Монти (Monty, 1967)

Увеличено в 100 раз

Рис.7. Схематический вертикальный разрез постройки, образованной чередующимися популяциями *Schizothrix callicola* (темные гиалиновые слои) и *Scytonema myochrous* (светлые слои), по К.Монти (Monty, 1967)

Нижняя часть (покрыта точками на рисунке) сложена плотным тонкозернистым карбонатом с остатками известковых трубочек; темное пятно справа - корешок. Увеличено в 1,6 раза

ток их переплетенные горизонтальные нити как бы запечатывают осадок, отложившийся днем между нитями *Sch. calcicola*.

Маркировка бермудских строматолитовых построек нейтральным красящим порошком показала, что скорость их роста еще больше, чем у багамских, и может достигать 3 мм в сутки. Если осадка выпадает слишком много, он оседает и между горизонтальными нитями в ночное время. Такое более равномерное распределение осадка маскирует слоистость, нарушает четкость прослоев. Другое нарушение четкости слоев может быть связано с неравномерным ростом водорослей в разных частях колонии. Местами они перестают расти совсем, а в соседних участках в то же время наблюдается интенсивный рост. Все это приводит к образованию невыдержанных слоев, с раздувами и пережимками. Но так или иначе, желваки и купола высотой до 24–30 см могут образоваться меньше, чем за год.

С проблемой роста построек и образования слоев тесно связан и вопрос о структуре и текстуре строматолитов. Первоначально органическое вещество в строматолитовых слоях представлено нитями водорослей и окружающей их слизи. Но сохраняются остатки водорослей в строматолитах очень недолго. По свидетельству Р. Гинзбурга (доклад на XXI сессии МГК), уже в нескольких сантиметрах ниже кровли строматолитовых корок нет никаких остатков водорослевых структур.

Процессы преобразования первичных водорослевых туфов в строматолитовую породу включают в себя разложение органического вещества, заполнение пор и промежутков, растрескивание и цементирование обломков, кристификацию, растворение отдельных участков породы и т.п. На современном материале можно видеть только самые ранние стадии этих процессов: в большинстве случаев современные "строматолиты" не литифицированы. Каким образом корки, состоящие по меньшей мере наполовину из органического вещества, превращаются в комковатые и сгустковые плотные известняки? И в какой мере их текстура и структура является отражением первичной морфологии водорослевых колоний? К сожалению, материалов, касающихся этой проблемы, в литературе имеется очень мало, и нет никаких данных, чтобы ответить на эти вопросы однозначно. Структура строматолита образуется при совместном действии биологических, химических, физических и минералогических факторов.

К. Монти справедливо напоминает, что постройки, растущие в приливно-отливной зоне, дважды в течение суток покрываются водой и осушаются; в периоды высоких приливов они покрыты водой в течение нескольких суток, а в периоды низких приливов – несколько дней не покрываются водой и высушиваются. У построек, которые образуются ниже приливно-отливной зоны, процессы разложения органического вещества, уплотнение корок и ранние преобразования их текстур и структур происходят в водной среде при нормально морских условиях, у построек, растущих выше приливной зоны, – в воздушной среде при периодическом смачивании преимущественно пресными дождевыми водами.

Поэтому для каждого из типов построек Монти дает отдельные описания структур и практически не делает на этот счет никаких обобщений. После просмотра этих описаний создается впечатление, что каждая ассоциация водорослей имеет в общем "свой" набор структур, хотя четко сформулировать черты сходства и различия таких наборов очень трудно. Об этом же (и тоже в самых общих выражениях) говорят П. Гюфман, Б. Логан и К. Гебелейн (Hoffman a. o., 1969), кратко описывающие морфологию и структуру строматолитов залива Шарк, Западная Австралия.

Иногда в строматолите удается увидеть прямое отражение водорослевых структур колоний. Так, Монти отмечает, что нити водорослей, расположенные радиальными пучками, могут приводить к образованию в осадке лучистой структуры, а сферические колонии водорослей *Entophysalis*, минерализуясь, дают шарикообразные тельца. Но такие случаи наблюдаются скорее в виде исключений, чем как правило. Монти отмечает, что "чаще всего большинство час-

тиц не распознается, поскольку переработка (водорослями и грибами) превращает их в анонимные криптозернистые комочки" (Monty, 1967, стр. 87). При дальнейшем изменении породы в диагенезе эта переработка идет дальше, и большинство комков значительно изменяет внутреннюю структуру. Наиболее часто происходит измельчение кристаллических зерен карбоната и превращение их в "микрит" (Dalgryple, 1965; Wolf, 1965). Обратным процессом является укрупнение и срастание зерен.

Современный материал показывает, что сходные структуры могут быть образованы различным путем. Так, шарикообразные комочки, похожие на минерализованные колонии водорослей, могут быть обломками трубочек, окружавших нити *Scytonema* (Monty, 1967, стр. 73), или возникать при осаждении тонкозернистого карбоната вокруг комков слизи, разлагающейся под воздействием бактерий, грибов или паразитических водорослей.

Именно этот последний способ образования комков карбоната вокруг разлагающихся комков слизи является, по мнению Д. Дальримпля (Dalgryple, 1965), ведущим процессом отложения карбоната в водорослевых колониях. При гниении водорослевых органических масс образуется аммиак, который реагирует с морской водой и осаждает из нее карбонат кальция.

Таким образом, даже у слабо измененных современных строматолитов далеко не все структуры и комки в осадке можно прямо связать с морфологией колоний водорослей-строматолитообразователей. Еще более трудной и ответственной задачей являются поиски водорослевых остатков в древних строматолитах. Мне уже приходилось специально рассматривать случаи образования заведомо вторичных пятнистых и сгустковых структур (Крылов, 1963, стр. 54-56). Текстуры и структуры древних строматолитов - результат сложного взаимодействия различных вторичных процессов, которые накладывались на первичную структуру водорослевой породы, подобно тому, как вышивка накладывается на канву. Надо заметить, что это взаимодействие не обязательно приводило к уничтожению или искажению первичной структуры. Так, в окремнелых строматолитах формации Ганфлинт из Северной Америки, имеющих возраст около 2 млрд. лет, Э. Баргхоорном, Дж. Шолфом, П. Клаудом и другими исследователями описываются водорослевые остатки уникальной сохранности. Но в каждом конкретном случае установление водорослевой природы тех или иных строматолитовых структур нуждается в серьезном обосновании, которое, к сожалению, авторы не всегда приводят.

Глава III

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

СОЛЕНОСТЬ

Большинство исследователей, изучавших строматолиты фанерозоя, и в первую очередь В. П. Маслов (1959, 1960) отмечали своеобразие органических остатков, встреченных в толщах совместно со строматолитами. Фаунистические остатки либо отсутствуют совсем, либо представлены небольшим количеством видов. Строматолиты, по замечанию Маслова, обычно выглядят "антагонистами животных".

В. П. Маслов справедливо связывал это своеобразие животного мира в водоемах, где образуются строматолиты, "с мелководными условиями отложения при ненормально соленой морской воде, где не могли жить обычные морские организмы, а развивалась лишь флора водорослей, преимущественно синезеленых"¹. В случае же нормальной морской солености в таких же мелко-

¹ Другое объяснение можно найти в том, что синезеленые водоросли могут выделять ядовитые вещества, губившие или отпугивавшие животных (Корда, 1950).

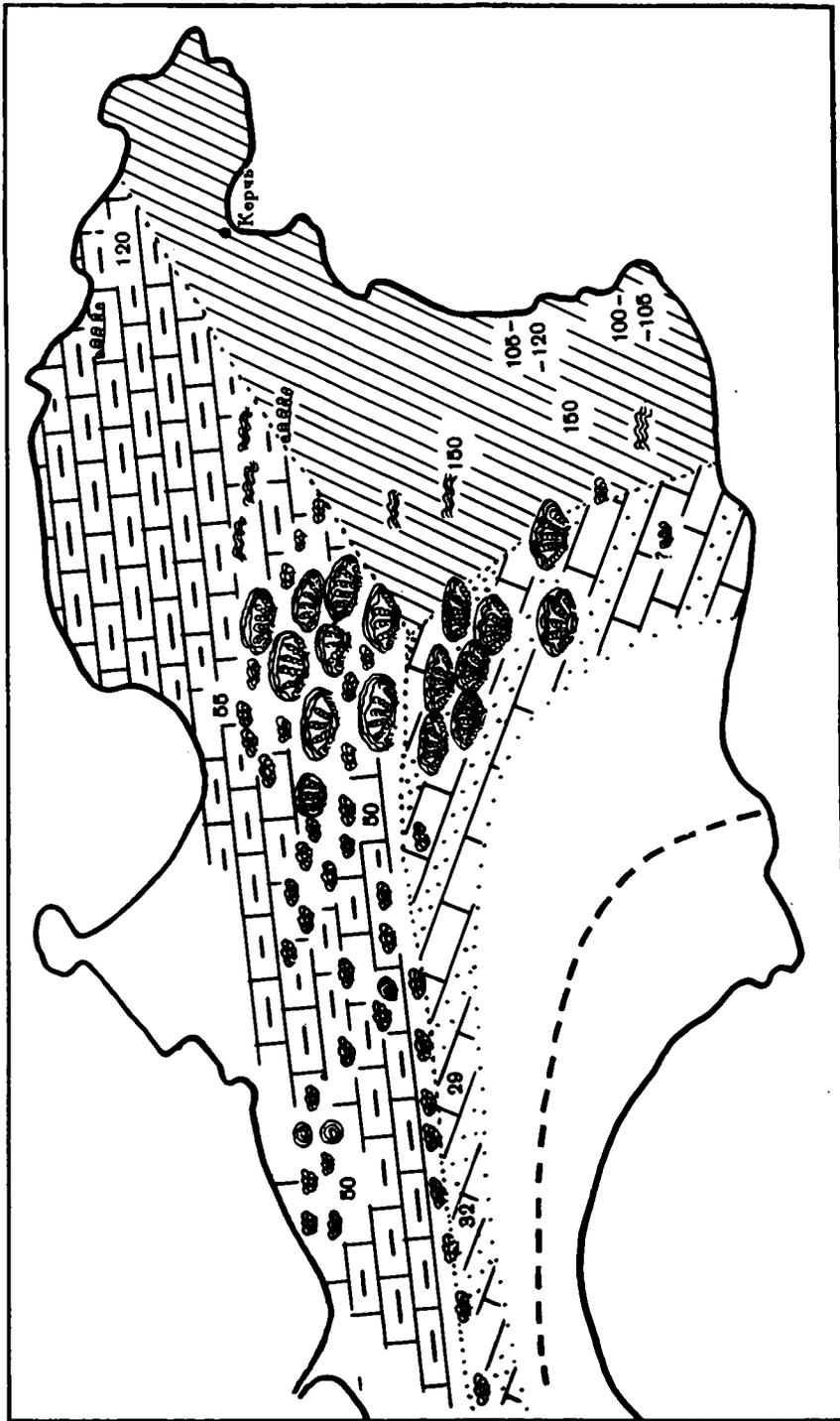
водных условиях развивалась обычная морская фауна" (Маслов, 1960, стр. 139).

Данные по современным карбонатным водорослевым постройкам, сравнимым (при всех упоминавшихся выше оговорках) с ископаемыми фанерозойскими строматолитами, в общем подтверждают и разъясняют этот вывод Маслова. Эти постройки упоминаются и из пресноводных, и из пересолённых, и из нормально морских бассейнов. Однако не будет преувеличением сказать, что значительная (если не основная) часть таких построек приурочена к прибрежным частям водоемов с ненормальной соленостью и непостоянным солевым режимом. В Австралии (Logan, 1961) это полузамкнутые бухты, отгороженные от моря цепью островов и отмелей; соленость в них колеблется от нормальной океанической ($36-39^{\circ}/\text{оо}$) до 56 и даже $65^{\circ}/\text{оо}$. Соленость обычно выдерживается в более или менее определенных пределах в различных частях залива. Строматолиты приурочены к наиболее осолоненным участкам. Однако и в этих местах во время сильных зимних штормов происходит перемешивание воды и изменение ее солености (Logan, 1961, стр. 520).

На западном побережье Багамских островов основная часть строматолитов, описанных М.Блэком, приурочена к плоской прибрежной отмели Багамской банки, представляющей собой, по образному выражению Блэка, "сковороду для выпаривания морской воды". В засушливое время соленость воды в прибрежной части водоема значительно возрастает; в периоды дождей, наоборот, морская вода разбавляется пресной, стекающей с отлогих островных берегов. Опресняется вода и в участках, прилегающих к устьям рек. На восточном побережье о-ва Андрос (Monty, 1967) строматолиты отмечаются в различной обстановке. В надприливной зоне строматолиты растут в опресненных (до $18^{\circ}/\text{оо}$) озерах, которые могут пересыхать в жаркое время года, и в прибрежных солоноватоводных водоемах, для которых К.Монти отмечает значительную изменчивость солености. Впрочем, другие типы водорослевых построек восточного берега Багамских островов могли расти и в нормально морских условиях, и на приливно-отливной отмели, где соленость меняется незначительно ($32-35^{\circ}/\text{оо}$), причем Монти (Monty, 1967, стр. 84) специально упоминает о наличии водорослевых построек вблизи устьев крупных речек (например, р. Фреш-Крик). В Большом Соленом озере (Eardley, 1938), где уровень воды испытывает колебания, строматолитовые постройки развиты в узкой прибрежной полосе. В засушливые годы вода отступает, и эта полоса покрывается коркой соли, а в периоды дождей снова перекрывается водой; строматолитовые купола приурочены к нижней части этой полосы. Изменчивую соленость отмечают и исследователи, изучавшие строматолитообразование у побережья Флориды (Stockman a. o., 1967, стр. 638). В Персидском заливе (Kendall, Skipwith, 1968, стр. 1040) соленость лагун колеблется от 47 до $196^{\circ}/\text{оо}$.

Такие условия определяют своеобразие животного мира, живущего в этих участках моря. Здесь встречаются весьма немногочисленные виды животных, хотя иногда в большом количестве особей. Среди них преобладают ракообразные. Практически отсутствуют прикрепленные животные (например, моллюски). Причина такого своеобразия выглядит достаточно понятной: животные могут жить и в опресненных, и в осолоненных бассейнах, но лишь немногие способны выдержать неоднократные чередования резкого осолонения и опреснения.

Интересный материал дает детальное изучение караганских отложений Керченского полуострова, тоже содержащих строматолиты (Крылов, 1966в). Третичные отложения Керченского полуострова заслуженно считаются примером толщ, очень тщательно изученных в стратиграфическом, палеонтологическом, экологическом и палеогеографическом отношении. Достаточно напомнить о работах Н.И. Андрусова (1960), А.Д. Архангельского и др. (1930), Б.П. Жижченко (1940) и многих других исследователей. Проблема солености и ее изменчивости в течение неогена и антропогена является одним из центральных вопросов в этих исследованиях и для большинства выделяемых под-



разделений решается однозначно. Исключение составляет караганский горизонт, споры о котором ведутся более полувека. С одной стороны, к этим отложениям приурочены толщи загипсованных глин (на этом материале работает Керченский алебастровый завод), с другой стороны, в них содержится полупресноводная обедненная фауна с преобладанием пелелипод *Spaniodontella*. И именно к этим отложениям приурочено широкое распространение строматолитовых построек.

Мне удалось детально ознакомиться с распределением строматолитов на всей территории распространения караганских отложений на Керченском полуострове. Выяснилась интересная картина, схематически изображенная на рис. 8.

В западной части полуострова караганские отложения представлены песчано-глинисто-карбонатными толщами общей мощностью до нескольких десятков метров. В нижней их части повсеместно встречаются онколиты и не крупные строматолитовые желваки и корки. Диаметр желваков и толщина корок обычно не превышают 20–30 см. Именно в этих отложениях и распространены в массовых количествах раковинки спаниодонтелл. В восточной части полуострова караганские отложения представлены преимущественно гипсоносными глинами с прослоями мергелей и известняков мощностью более 100 м. Гипсовые карьеры находятся к юго-востоку от пос. Марфовка и приурочены к участку с максимальной мощностью (до 150 м) караганских отложений. Строматолиты в этой восточной части полуострова встречаются в виде биостромов – линзообразных тел толщиной до нескольких десятков сантиметров (обычно не больше 20–30 см) и длиной до нескольких метров. Иногда в биостромах видны довольно четкие столбики, но чаще очертания строматолитов внутри биогермов неясны.

На стыке между этими двумя районами, к северу и к югу от пос. Марфовка, четко намечается полоса распространения крупных, полно развитых строматолитовых биогермов. Такие биогермы имеют до 70–80 см и больше в высоту, достигают 2–3 м в поперечнике и состоят из нескольких четких зон: в основании – пластовая корка, на которую нарастают столбики высотой до нескольких десятков сантиметров, которые снова переходят в пластовую корку, облегающую биогерм. Ширина этой полосы развития крупных биогермов не превышает нескольких километров.

Мне кажется, что такое распределение строматолитов дает новые данные для решения проблемы палеогеографии и осолоненности караганского бассейна. Возможно, что западная часть Керченского полуострова в караганское время представляла собой плоскую отмель, примыкавшую к осолоненной лагуне. Соленость в пределах отмели могла испытывать значительные колебания. Вполне допустимо, что эта отмель действительно была опресненной (скажем, прилегала к устью какой-то реки и т.п.), может быть, колебания солености были связаны с сезонными изменениями погоды. Марфовская зона развития крупных биогермов, по-видимому, представляла собой какое-то подобие барьерного

Рис. 8. Распределение строматолитовых построек в караганских отложениях Керченского полуострова

1–4 – типы строматолитовых построек: 1 – мелкие биогермы, желваки и корки, 2 – крупные полно развитые биогермы, 3 – нечеткие пластовые постройки, 4 – биостромы со столбчатыми строматолитами; 5 – крупные онколиты; 6 – предполагаемая береговая линия; 7–9 – основные типы пород: 7 – глины с прослоями мергелей, известняков, песков и гипсов, 8 – известняки и глины, 9 – известняки, песчаники и глины; 10 – мощности, в м (для всего караганского горизонта)

6–9 – по Б.П.Жижченко (1940), схематизировано; 10 – по А.Д.Архангельскому и др. (1930)

рифа, отделявшего эту отмель от осолоненной лагуны, расположенной восточнее. Здесь могли встречаться воды разной солености, и колебания проявлялись особенно сильно. Прослой строматолитовых пород в северо-восточной и восточной частях полуострова могли отвечать краевым частям или отмелям в этой лагуне.

Однако известны случаи, когда строматолиты развиваются не только в таких условиях переменной солености. Так, описанные К.Гебелейном (Gebelein, 1969) современные строматолиты из прибрежной части Бермудских островов образуются в нормальных морских условиях, где колебания солености крайне незначительны. В нормальных морских условиях образуются и "строматолиты" (по существу это онколиты, хотя изредка встречаются и прикрепленные желвачки) на Канарских островах (McMaster, Conover, 1966).

С другой стороны, известны многочисленные описания "водорослевых бисквитов", "туфов", желвачков и стяжений в пресноводных водоемах: в Женевском озере Швейцарии (Forel, 1901), в австрийских озерах (данные Э.Канн, см. Monty, 1967) и в других местах. Достаточно напомнить, что ко времени появления первой сводки по строматолитам (Walcott, 1914) эти образования считались заведомо пресноводно-озерными.

Случаи находок строматолитов в отложениях, по-видимому, нормально соленых водоемов известны и в ископаемом метариале. Так, юрские строматолиты Польши, описанные Шульчевским (Szulczewski, 1968 и др.), встречаются в слоях, переполненных разнообразными фаунистическими остатками. Очевидно, было бы очень интересно провести сравнительный анализ построек из "нормально соленых" и "ненормально соленых" водоемов, и это могло бы дать дополнительный материал для реконструкций обстановок далекого прошлого. Пока данных для такого анализа мало. В то же время их вполне достаточно, чтобы избегать категорических формулировок о приуроченности всех строматолитов к какому-то определенному типу солености бассейнов.

В отложениях докембрия строматолиты развиты практически в каждой достаточно мощной карбонатной пачке, а пласты их могут прослеживаться по площади на многие десятки и сотни километров. По-видимому, докембрийские водоросли-строматолитообразователи, как и фанерозойские, могли жить в самой разнообразной обстановке и, не встречая существенного противодействия (вытеснение, поедание и пр.) со стороны других организмов, занимали обширные пространства на дне древнейших морей. С появлением и широким расселением других типов растений, а также разнообразных животных строматолитовые постройки возникали и сохранялись только в таких участках, где экологический баланс какое-то время сохранял преимущество для водорослей-строматолитообразователей. Чаше других такими участками являлись отмели или лагуны с непостоянной соленостью, хотя иногда это могли быть и пресноводные озера, и прибрежные участки морей с нормальной соленостью.

ГЛУБИНЫ, ТЕЧЕНИЯ, АКТИВНОСТЬ ВОЛН

Подавляющее большинство строматолитов приурочено к отложениям очень мелководных бассейнов. Это понятно, поскольку для жизнедеятельности водорослей, даже таких неприхотливых, как синезеленые, необходим свет. В.П.Маслов (1960, стр. 137) считал, что строматолиты образуются на глубине от 0 до 10-20 м, а П.Клауд (Cloud, 1942) считал глубину 100 м нижним пределом их распространения.

Большинство современных строматолитов встречается либо в приливно-отливной зоне, либо в нескольких метрах ниже уровня отлива. Отмечаются и наросты типа строматолитовых корок, которые образуются выше уровня моря — в участках, смачиваемых волнами. Имеется только одно указание (McMaster, Conover, 1966) о строматолитоподобных водорослевых желвачках, встреченных у Канарских островов на глубине 80-100 м.



Рис.9. Идеализированная схема распространения строматолитовых построек в заливе Хэмелин Пул, Западная Австралия, по Б.Логану (Logan, 1961)

Р.Резак (Rezак, 1957) и Б.Логан (Logan, 1961) обратили внимание на различие в морфологии строматолитовых корок, образующихся в условиях неодинаковой подвижности воды в прибрежных участках (рис. 9). Основную часть строматолитов они считали литоральными образованиями, хотя и допускали, что некоторые постройки могут образовываться и выше приливо-отливной зоны, в местах, смачиваемых волнами. В местах, защищенных от действия сильных волн (полузамкнутые бухты, участки, отгороженные цепью островов, и т.п.), водоросли образуют преимущественно сплошные корки, протягивающиеся на значительные расстояния (т.е. пластовые строматолиты, по терминологии, принятой в СССР), а в местах с большим движением воды – куполоподобные и столбообразные постройки.

Предложенная на этой основе морфологическая классификация строматолитов (Logan a. o., 1960, 1962, 1964) получила мировую известность. Пожалуй, наиболее привлекательной в этой классификации для многих геологов являлась простота, с какой можно было определять условия образования толщ, содержащих строматолиты: встречены обособленные столбики – значит, постройка образовалась в литоральной зоне со значительной активностью волн, найдена пластовая корка – значит, здесь была полузамкнутая тихая бухта. Находки онколитов – желвачков, перекатывавшихся во время роста по морскому дну – говорят о нижней части приливо-отливной зоны с высокой активностью волн, появление пластовых построек – об ослаблении этой активности и т.д.

Подавляющее большинство работ зарубежных исследователей, опубликованных в последние годы (точнее – практически все работы, где использована систематика Логана, Гинзбурга и Резака), содержат палеофациальные заключения, сделанные по этой немудреной схеме.

В качестве примера приведем небольшую статью В.Кауфманна (Kaufmann, 1964) о верхнедевонских строматолитах Саскачевана. В мощной карбонатно-терригенной гипсоносной толще (формация Саурис-Ривер) он нашел 15-сантиметровый прослой со строматолитовыми структурами – онколитоподобными желваками в основании, колонкообразными в средней части и пластовыми – в кровле. Это означает, пишет Кауфманн, что за время образования этого прослоя палеофациальная обстановка изменялась от приливо-отливных условий с высокой подвижностью воды до сублиторали с низкой волновой активностью. Так, 15-сантиметровый кусок строматолитовой породы, по мнению Кауфманна, может служить ключом к решению сложных палеогеографических проблем и, в частности, сложнейшей проблемы определения фаций литорали, приливо-отливной зоны. Мне представляется, что это еще один пример излишне категоричного перенесения выводов, сделанных на недостаточном материале по современным постройкам, на древние толщи.

Возражения против подобного формального подхода стали появляться и в зарубежной литературе. П.Плейфорд и А.Кокбейн (Playford, Cockbain, 1969) описали из девонских отложений Австралии строматолиты, которые образовались у подножия рифов на глубинах до 45 м, а К.Ашауэр и Д.Джонсон (Ashaueg, Johnson, 1969), описывая меловые строматолиты Техаса, специально подчеркнули, что столбчатые строматолиты не обязательно характеризуют только приливо-отливную зону. К.Монти (Monty, 1971, стр. 270) приводит данные о находках синезеленых водорослей на глубинах до 1000 м и делает вывод, что существование глубоководных строматолитов и их активное образование на глубинах от 30 до 150 м не следует рассматривать как исключительное явление.

Очевидно, что водорослевые постройки могут служить одним из свидетельств мелководности толщ, но общий вывод о палеофациальной обстановке во время их образования должен делаться по всей совокупности фактов, а не основываться только на одной морфологии строматолитов. Именно такой комплексный подход к выявлению условий образования толщ со строматолитами характерен для всех работ В.П.Маслова и подавляющего большинства работ других советских исследователей строматолитов.

Одним из свидетельств мелководности толщ со строматолитами является широкое развитие трещин усыхания. В породах, подстилающих или перекрывающих строматолитовые образования, мне ни разу не доводилось видеть саму строматолитовую постройку, разбитую такой трещиной, а в литературе имеются только единичные упоминания о подобных постройках (например, Махлаев, 1966). Но растрескавшиеся карбонатные породы в одном обнажении со строматолитами — явление самое обычное.

О мелководности говорит наличие онколитов в толщах, содержащих строматолиты. Нередко онколиты заполняют промежутки между строматолитовыми постройками. Напомним, что для образования онколита необходимо непрерывное перекачивание его по дну волнами, иначе просто не могли бы образоваться концентрические слои.

Характернейшим спутником строматолитовых пород является конгломерат, состоящий из плоских галечек известняка, сцементированных таким же известняком. Нередко подобные породы называют "бамбуколистными известняками" — действительно, на срезах галечки напоминают листья бамбука. Наиболее вероятное объяснение происхождения таких пород — растрескивание осадка, окатывание волнами плоских обломков и последующая их цементация в том же бассейне тем же по составу карбонатным осадком. В строматолитах часто встречаются следы механических повреждений и разрушений построек волнами и приливо-отливными течениями. Волны обламывали кусочки слоев, выступающие козырьки или соединительные слои-мостики и насыпали эти обломки, обычно неокатанные, в межстолбиковые ложбинки. Иногда можно видеть и более значительные следы действия волн. В карбонатных толщах дадыктинской свиты Енисейского края и котуйканской свиты Анабарского массива можно наблюдать целые биогермы размером до 1–2 м, оторванные от субстрата, на котором они росли, и захороненные на боку или даже "вверх ногами".

Влияние волн, течений и вообще подвижности воды при образовании современных строматолитовых построек рассматривается всеми авторами, описывавшими эти образования. Б.Логан (Logan, 1961, стр. 523) считал, что приливо-отливные течения вместе с волнами являются механическим фактором, приводящим к образованию обособленных желваков и столбов: они разрушают участки водорослевых пленок между строматолитовыми куполами и препятствуют их образованию.

К.Монти (Monty, 1967) отмечал влияние подвижности воды на форму строматолитовых построек, образующихся у побережья Багамских островов: в защищенных от волн, тихих, спокойных лагунах развиваются мощные куполоподобные постройки, в участках с большей подвижностью воды — более мелкие

подушкообразные тела. В местах с высокой активностью волн непрерывно взмучивается и оседает на поверхность водорослевых пленок обломочный материал, и прежде всего песок, тогда как в тихих лагунах постройки сложены тонкозернистым карбонатом, чередующимся со слоями органического вещества. Активность волн влияет и на характер нарастания строматолитов на дно: в спокойных участках водорослевые дерновинки лежат на иле или на песке, тогда как в местах с более значительной деятельностью волн могут сохраняться только постройки, которые прочно прирастают к плотному субстрату.

Особенно детально влияние подвижности воды на морфологию водорослевых построек описано К.Гебелейном (Gebelein, 1969), изучавшим современные сублиторальные строматолиты Бермудских островов. Этот исследователь считает, что водорослевые пленки, образующие строматолитовые постройки, могут устойчиво укрепляться на субстрате, если скорость движения воды не превышает 15–20 см/сек, а скорость перемещения осадка вдоль дна не превышает 60–80 г/час на 1 фут (т.е. 180–240 г/час на 1 м морского дна).

Постройки куполовидной формы и желваки образуются в участках со скоростью воды от 1 до 11 см/сек. При этом в участках с относительно повышенным поступлением осадка образуются более крупные куполовидные постройки, а в участках с такой же скоростью течения и меньшим поступлением осадка образуются не крупные желваки. В местах с устойчивым прибрежным течением желваки обычно асимметричны и имеют овальное поперечное сечение. Длинная ось этого овала ориентирована по направлению течения, а верхушка купола смещена в сторону, откуда течет вода. Следует заметить, что эти наблюдения явились подтверждением представлений П.Гоффмана (Hoffman, 1967, 1968), восстанавливавшего с помощью строматолитовых асимметричных построек направление древних течений докембрийского (афебий) моря на территории Канады, в районе Большого Невольничьего озера. У современных строматолитов побережья Западной Австралии (Logan, 1961, стр. 526) тоже отмечается уплощенность и асимметрия куполов, но верхушка их смещена не в ту сторону, откуда поступает материал, а в противоположную. По мнению Б.Логана, это объясняется тем, что волны смывали с внешней стороны куполов часть осадка, и этот край постройки рос медленнее.

Устойчивые прибрежные течения влияли не только на форму мелких желваков, но и должны были находить отражение в деталях морфологии и более крупных построек — биогермов и биостромов, подобно тому, как это описывается Э.Шинном для крупных рифоподобных построек-биогермов, сложенных кораллами (Schinn, 1963). Изучая рифовые постройки, сложенные кораллами рода *Acropora*, у побережья Флориды, этот исследователь отметил своеобразие верхней части коралловых построек. Рифы вытянуты вдоль береговой линии и как бы рассекаются канавообразными углублениями перпендикулярно основному простиранию постройки. Эти канавообразные ложбинки непосредственно связаны с движением волн и приливно-отливных течений: веточки кораллов ориентированы по направлению течения, и движущиеся с волнами песок и обломки не дают развиваться боковым отросткам, сдирая, сошлифовывая появляющихся в этих местах полипов-новоселов.

Среди современных водорослевых построек пока не описано крупных образований, соизмеримых с рифовыми коралловыми постройками, изучавшимися Шинном. Но в древних биогермах можно наблюдать сходную картину, если удастся видеть эти постройки на сколько-нибудь значительной площади. На о-ве Кильдин в верхнерифейских отложениях биогермы строматолитов с *Gytnosolen* в центральной части образуют четко выраженные цепочки, протягивающиеся в северо-западном направлении. Эти валы, состоящие из сближенных биогермов, рассекаются поперечными бороздами различной глубины. Иногда такие канавообразные углубления приурочены к контакту двух соседних биогермов, а иногда рассекают кровлю биогерма в различных его частях (рис. 10, г). В этих биогермах большинство столбиков имеет поперечные сечения изомет-

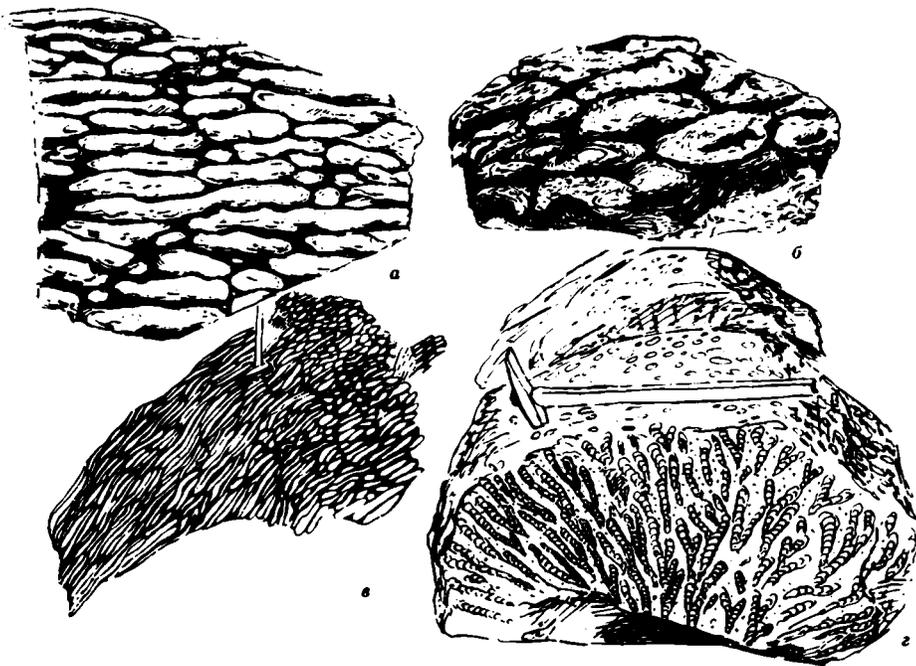


Рис.10. Кровля биогермов с уплощенными столбиками (а-в) и поперечные углубления, разделяющие биогермы, вытянутые в цепочку (г)

а,б - нижний рифей; р.Котуйкан; уменьшено в 8-10 раз. в,г - верхний рифей: в - Енисейский край, р.Каменка; г - о-в Кильдин

ричных очертаний; но если попадаются уплощенные столбики, то длинные оси их сечений ориентированы в общем согласно с такими углублениями, т.е. перпендикулярно простиранию рифов.

Вероятно, что в этом кроется возможная разгадка природы строматолитов с сильно уплощенными столбиками, довольно обычных для докембрия разных частей нашей страны. Такие строматолиты можно наблюдать в ятулийских отложениях Карелии (Сундозеро, пос. Райгуба), в биогермах с *Kussiella* из нижнерифейских отложений Урала и Анабара, в среднерифейских отложениях Прибайкалья, где они встречаются совместно с *Baicalia*, и в верхнерифейских отложениях Енисейского края (см. рис. 10, а-в), где строматолиты с плоскими столбиками встречены совместно с *Minjaria*. Своеобразная морфология этих образований позволяет обособить их в самостоятельные таксоны¹, что и было сделано И.К. Королук (1963, стр. 523), выделившей группу *Platella*. А.Г. Вологдин, обычно выступавший против использования морфологии строматолитов для их классификации, сделал для построек подобного типа исключение. Он назвал их параллелолитонами и высказал предположение, что своеобразие их формы связано с проявлением фототропизма (гелиотропизма). По мнению А.Г. Вологодина (1963), такие уплощенные столбики во время их роста были ориентированы в плоскости древнего меридиана, поскольку строившие их водоросли при такой ориентировке получали лучшее освещение солнцем. Однако изучение таких построек в обнажениях, где кровля биогермов видна на значительной площади, доказало, что удлиненные поперечные сечения столби-

¹Строматолиты группы *Pitella Semikh.* и формы *Baicalia kirgisisca* Kryl., имеющие уплощенные клубнеподобные столбики, занимают как бы промежуточное положение между плателлами и обычными байкалиями.

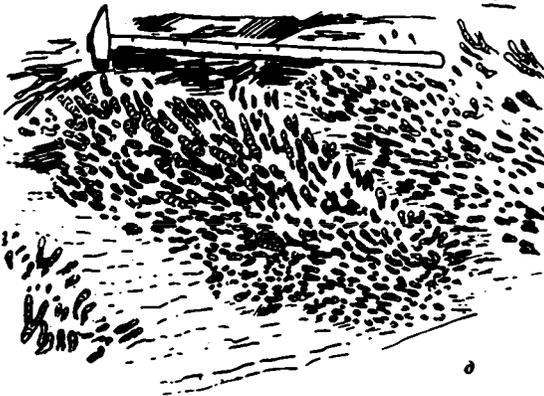
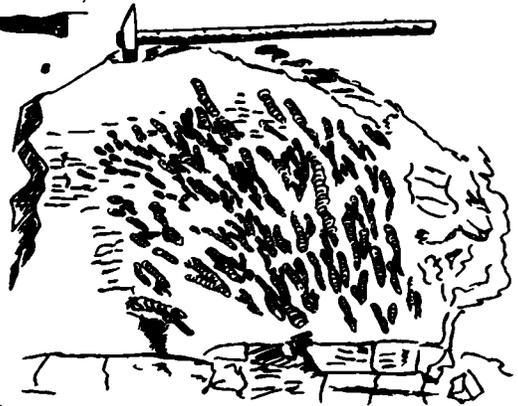
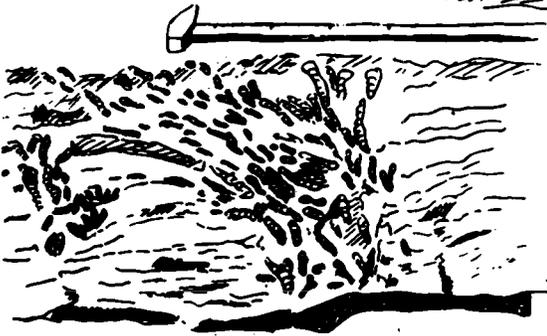
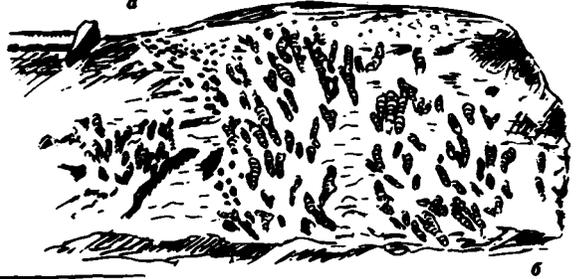
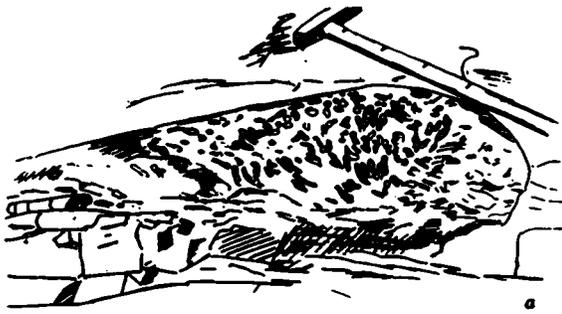


Рис. 11. Небольшие, иногда асимметричные (а, в - д) биогермы с *Gymnosolen* Steinm. из верхнерифейских отложений

а-д - переходная пачка в основании жербинской свиты; р. Лена против устья р. Б.Патом

ков не всегда строго параллельны – они могут слегка изгибаться, расходиться или сближаться. В соседних биогермах они могут быть ориентированы различно, но во всех случаях – перпендикулярно простираению биогерма. Все это позволяет предположить, что ориентировка плателл скорее всего отражает направление прибрежных (вероятнее всего, приливно–отливных) течений, а длинные оси столбиков ориентированы перпендикулярно береговой линии.

Труднее найти однозначное объяснение резко асимметричного строения некоторых строматолитовых биогермов. Когда видишь биогермы, изображенные на рис. 11, в голову невольно приходит сравнение с кустом, согнувшимся под порывом ветра, и хочется видеть причину этого наклона столбиков в каких–то сильных прибрежных течениях. Однако соседние строматолитовые постройки росли совершенно спокойно. И в этом случае можно допустить, что столбики наклонены в том направлении, откуда поступал терригенный материал, но вероятнее, что просто биогерм расширялся в стороны, где было свободное пространство. Если оно было со всех сторон, постройка имела вид симметричного куста, если рядом было какое–то препятствие – столбики могли расти только в одну сторону, и биогермы становились асимметричными. На рис. 4 отчетливо видно, как два биогерма, начав рост от самостоятельных центров, позже соединились и продолжали расти как единый биогерм с субпараллельными вертикальными столбиками в центре и наклонными до горизонтальных в краевой части.

СУБСТРАТ

Вопрос о характере субстрата, на котором растут водоросли–строматолитообразователи, исследователями современных строматолитов рассматривается очень бегло. Из описаний водорослевых ассоциаций можно сделать вывод, что сам по себе характер грунта значения не имеет, что водорослям было безразлично, на каком субстрате начинала расти колония. Иногда это мог быть песчаный грунт, скрепленный пленками первых водорослей–поселенцев, иногда – плотная скальная порода, иногда – илстые осадки, иногда – обломки скал, коралловых построек и раковины моллюсков (Monty, 1967). Решающим фактором, по–видимому, здесь является подвижность воды: в таких спокойных лагунах водорослевые пленки покрывают значительную часть рыхлого песчаного или илстого дна, но достаточно не очень сильного волнения, чтобы взмутить этот осадок и уничтожить всю колонию. Поэтому на открытых отмелях, где песок и ил постоянно перемешаются и взмучиваются под действием приливов и волн, чаще встречаются постройки, прочно прирастающие к скалистому субстрату. К.Гебелейн (Gebelein, 1969, стр. 67) считает скорость 15–20 см/сек предельной для образования и сохранения водорослевых пленок.

Мало данных имеется в литературе и о характере контакта ископаемых строматолитовых построек с подстилающими их породами. Даже при детальном описании морфологии построек и их взаимоотношений с вмещающими породами, как правило, не упоминается, на чем растут эти строматолиты и каким образом начинается их рост.

Упрекать за это исследователей не всегда можно. Во многих случаях нижний контакт между постройкой и вмещающей породой виден плохо и редко сохраняется в первоначальном состоянии. Часто в основании крупных биогермов наблюдаются небольшие плоскости срывов и зоны брекчированных пород. Это понятно: массивное биогермное тело имеет совсем иные физические свойства, чем вмещающие его слоистые породы. Поэтому даже небольшие напряжения приводят к подвижкам и срывам в его основании. Еще чаще в основании крупных строматолитовых биогермов наблюдаются следы эпигенетического растворения, в частности – мощные стилолитовые швы. Но иногда основание биогермов видно довольно четко (Маслов, 1960, стр. 136; Королук, 1962, стр. 94; Крылов, 1963, табл. IV, 4).

Имеющийся в моем распоряжении материал позволяет говорить о закономерностях связи различных построек с субстратом только в самых общих чертах. Основания строматолитовых биогермов и их соотношение с субстратом довольно разнообразны. Иногда переход от нормально осадочных слоистых известняков к строматолитовым настолько постепенен, что просто невозможно провести между ними сколько-нибудь определенную границу. По-видимому, в этом случае водоросли поселились на карбонатно-илистом грунте, скрепили его и создали фундамент будущего биогерма. В других случаях можно видеть, что водоросли нарастали на бугорках песчаного дна, на окатанных и неокатанных обломках горных пород, на самом разнообразном по составу и твердости субстрате.

На илистом грунте обычно образуются биостромы и биогермы с достаточно мощной пластово-слоистой коркой в основании. В центральных частях таких биогермов содержатся строматолиты групп *Kussiella* Kryl., *Omachtenia* Nuzhn. (нижний рифей), *Baicalia* Kryl. (средний рифей), *Jurusania* Kryl. и *Mijnaria* Kryl. (верхний рифей). Напротив, биогермы, содержащие в центральных частях *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *G. confragosus* Semikh., *Linella ukka* Kryl., *Patomia ossica* Kryl. (верхний рифей и венд), чаще начинают рост с тонких корочек, нарастающих на гальках или твердом неровном каменистом грунте. Однако можно встретить и омахтениевые биогермы, растущие на песчано-галечном основании (нижний рифей в бассейне р.Учур), и биогермы с *Gymnosolen confragosus*, которые росли на тонком илистом грунте (дашкинская свита Енисейского кряжа на р.Удереи). Но в целом связь морфологии построек с субстратом выражается в том, что на мягком грунте чаще развиваются биогермы, имеющие ширину в десятки и сотни метров, на каменистом грунте — некрупные биогермы и желваки.

В палеозое и в более молодых по возрасту отложениях количество построек, растущих на мягком грунте, уменьшается. Кембрийские и ордовикские строматолиты Сибири, девонские строматолиты Белоруссии, каменноугольные строматолиты Казахстана, третичные строматолиты Керченского полуострова и многие другие в основном начинают рост на плотном неровном дне, по составу и структуре резко отличающемся от строматолитовых пород. Возможно, что это связано с отмеченным еще П.Клаудом (Cloud, 1942) смещением и во времени ареала распространения строматолитовых построек из широких эпиконтинентальных водоемов в более мелководные прибрежные участки. Но и в этом случае категорические формулировки были бы неверны, поскольку современные аналоги строматолитов, как уже упоминалось, могут расти не только на плотном каменистом основании или на уплотненном грунте, но и на более мягком и рыхлом илистом субстрате.

ОСАДКИ, ВМЕЩАЮЩИЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Литература о вещественном составе осадков, вмещающих строматолиты, разнообразна и обширна. Во многих описаниях строматолитов присутствует специальный раздел "Вмещающая порода", но даже если его нет, все равно приводятся данные о толщах, содержащих эти образования. Такой подход, проявившийся уже в самых ранних описаниях строматолитов, особенно укрепился после исследований В.П. Маслова, который считал изучение строматолитов задачей в значительной степени литологической и всегда отмечал, что "полевые литологические исследования приобретают не менее важное значение, чем описание строматолитов в камеральных условиях" (Маслов, 1960, стр. 3). Но к сожалению, в большинстве работ описания строматолитов и вмещающих пород даются хотя и достаточно подробно, но раздельно друг от друга, а о соотношениях между ними, о характере контактов построек и вмещающих толщ приходится только догадываться.

Это относится и к материалам о современных строматолитах.

В большинстве случаев при их описании речь идет только о той части постройки, которая возвышается над окружающим его осадком. Мне известно только одно изображение постройки, "выдернутой" из окружающего его осадка (Logan, 1961, табл. I, 1). Нижняя часть этого "криптозоона" отмыта от окружающего его осадка и неясно, как начинался рост постройки и как соотносился этот рост с накоплением обломочных частиц, разделявших столбики.

Как уже упоминалось, работы английских и американских литологов по карбонатным осадкам Багамской банки считаются классическими. Но самое внимательное штудирование этих работ и опубликованных (отдельно) работ по строматолитам Багамской банки не позволяет делать каких-либо определенных выводов о соотношении водорослевых построек и разделяющего их осадка. Отличия в химическом составе карбонатов осадка и строматолита указываются К.Монти только для построек *Scytonema myochrous* - *Schizothrix calcicola* из надприливной зоны. Это сравнение дается для того, чтобы показать наличие в строматолите значительного количества биогенного карбоната, осаждающегося водорослями. При описании построек, образующихся вблизи нижней границы приливо-отливной зоны и имеющих наиболее четко выраженную точную цикличность, отмечается влияние скорости накопления осадка на рост строматолитов. Слишком быстрое поступление осадка мешает росту водорослевых колоний и нарушает ритмичную слоистость. Но подробно эти осадки не описываются. К.Гебелейн (Gebelein, 1969) подтверждает эти выводы Монти и приводит некоторые количественные характеристики. Частицы осадка, уловленные и связанные водорослями, имеют несколько меньший размер, чем в окружающем осадке: в водорослевых пленках более 60%, а в мелких желваках свыше 90% зерен имеют размер менее 250 мк, тогда как в осадке около 60% частиц крупнее 250 мк. Частиц размером менее 77 мк в строматолитах содержится в пять раз больше, чем во вмещающем осадке. Но о структуре осадка и его соотношении с постройками ничего не говорится.

Б.Логан (Logan, 1961, стр. 522) при описании современных строматолитов Западной Австралии отмечает, что строматолитовые постройки на 80% состоят из угловатых, очень мелких обломков раковинок пелеципод, гастропод, трубочек червей с включением отдельных обломочных зерен кварца. Эти обломочные частицы вносятся в приливо-отливную зону из сублиторального шельфа и улавливаются водорослями-строматолитообразователями или оседают между строматолитовыми желваками (там же, стр. 521 и фиг. 2). Как соотносятся между собой постройки и вмещающий их осадок, в чем их сходство и различие в их составе и структурах - не упоминается.

П.Оммерий и М.Риулт (Hommeril, Rioult, 1965), описывая случаи скрепления синезелеными водорослями рыхлых осадков у берегов Нормандии и Бретани (Франция), специально подчеркивают, что и рыхлые, и скрепленные водорослями осадки имеют одинаковый состав.

Большинство известных в литературе данных о конкретных соотношениях строматолитов с вмещающими породами сделано на основании изучения ископаемых построек. Но здесь появляются дополнительные трудности: во-первых, надо убедиться, что мы действительно имеем дело с осадком, синхронным строматолиту, во-вторых, оценить степень первичности или вторичности состава и структуры породы.

Установление осадка, синхронного строматолиту, - задача, относительно несложная. Строматолит в процессе роста возвышался над окружающим осадком, это и давало возможность водорослям получать необходимый для их жизни свет, приток воды и т.п. Водорослевые колонии не могли расти в илу, ниже уровня осадков, окружавших строматолитовую постройку. Если строматолит имел вид купола или желвака, который облекался слоями до самого основания, это свидетельствует, как справедливо отметил В.Г. Махлаев (1958), что за время образования этого купола осадки вообще не отлагались на дне водоема. Можно видеть достаточно крупные биогермы (до 1 м и более в вы-

соту), покрытые такими слоистыми корками. Это значит, что породы, разделяющие в обнажениях подобные биогермы, отложились заведомо позже того, как строматолитовая постройка прекратила свой рост. Осадок, отлагавшийся во время жизнедеятельности водорослей, строивших этот биогерм, либо отсутствует, либо лежит где-то сбоку от биогерма, ниже его подошвы. По размеру краевой части слоя, облегающей боковую поверхность столбика, можно судить о высоте постройки над поверхностью осадка, а иногда и о равномерности и скорости накопления осадка (Крылов, 1963, стр. 48, 49).

Важной особенностью ископаемых строматолитов и вмещающих их пород является широкое проявление следов вторичных преобразований, которые, несомненно, изменили и первоначальный химико-минералогический состав, и структуру породы. Очевидно, прежде всего следует договориться о терминах. Под "первичной структурой" строматолитовых пород здесь и дальше понимается структура, которая непосредственно отражает прижизненные черты самих водорослей-строматолитообразователей" (Комар, 1966, стр. 67). Такими структурами являются остатки водорослевых нитей, а также некоторые сгустки и комки, отражающие морфологию водорослевых колоний и т.п. Впрочем, и отсутствие каких-либо сгустков и комков, наблюдаемое в слоистых и полосчатых строматолитовых текстурах, тоже может быть первичным, отражая, по-видимому, большую однородность распределения водорослевых нитей в колонии, без каких-либо пучков или сгущений.

Первичный химический и минералогический состав строматолитовых пород и осадков отражает совокупность химических соединений и минералов, которые были выделены и сцементированы (в случае хемогенного или механического осаждения) водорослями в процессе жизнедеятельности колонии.

Теоретические рассуждения позволяют искать в соотношениях кальцита, доломита и нерастворимого осадка, содержащегося в строматолитах и во вмещающей породе, разгадку давних споров об участии водорослей в строматолитообразовании. Если водоросли не осаждали кальцит, а только скрепляли осадок своими нитями, то соотношение кальцита и доломита в строматолите и во вмещающей породе должно быть одинаковым. Если происходило активное осаждение водорослями карбоната кальция, то в столбиках должно быть больше кальцита, чем во вмещающей породе. И, наконец, преобладание доломита в столбиках может быть объяснено преобладанием "биохимического" (Маслов, 1961) способа осаждения карбоната, когда водоросли, поглощая углекислый газ, изменяли pH в прилегающей к колонии пленке воды, что могло привести к усиленному доломитообразованию.

В общих чертах о сходстве и различиях (если они есть) строматолитов и вмещающих их пород говорилось во многих работах (например, Архангельская и др., 1960, стр. 109; Маслов, 1953а, 1960, стр. 142). В некоторых работах приведены таблицы с результатами попарных анализов — отдельно для столбиков и разделяющих их промежутков (Крылов, 1959б, стр. 891; 1963, стр. 30—31; Чернов, 1966, стр. 101—102) или отдельно для биогермов и межбиогермных промежутков (Серебряков, 1968, стр. 131—133; Крылов и др., 1968, стр. 88; Семихатов и др., 1970).

Результаты выглядят весьма противоречивыми. Для рифейских строматолитов о-ва Кильдин (Крылов, 1959б, стр. 891) из трех пар анализов в двух случаях доломита оказалось больше в столбиках, в одном случае — во вмещающей породе; 23 пары анализов рифейских строматолитов Южного Урала (Крылов, 1963, стр. 31—32) тоже не позволили выявить какие-либо закономерности. Попарно сделанные анализы (столбик и вмещающая его порода) в девяти случаях показали большую магниезность столбиков, в двенадцати случаях — большую магниезность вмещающей породы, а в двух случаях содержание магния в строматолитовой постройке и во вмещающей породе было одинаковым. Среднерифейские строматолитовые биогермы района пос. Чекуровка в нижнем течении р. Лены (Крылов и др., 1971) состоят фактически из

чистого доломита, а вмещающая порода практически лишена магния — содержание MgO в ней не превышает 0,2%. С.Н. Серебряков (1968, стр. 31) указывает для среднерифейских биогермов из лахандинской свиты бассейна р.Мая обратные соотношения: среднее значение доломитности в них понижено почти вдвое относительно доломитности во вмещающих толщах.

Очевидно, сейчас рано хоть в сколько-нибудь категоричной форме утверждать доказанность какого-либо из трех перечисленных допущений о роли биогенного или абиогенного карбоната в строматолитах только на основании формального сравнения результатов нескольких десятков химических анализов строматолитовых пород.

Все эти три теоретических варианта могут быть приложены к интерпретации результатов анализов состава строматолитовых пород при одном обязательном условии: нужны доказательства того, что химический состав исследуемой строматолитовой породы является первичным и не претерпел никаких преобразований. Выполнить это условие, к сожалению, очень трудно. Практически все строматолитовые породы несут явные следы диагенетических и эпигенетических процессов, свидетельствующие о несомненном вторичном перераспределении вещества.

Разнообразие вторичных процессов приводит к тому, что строматолиты и содержащие их породы могут иметь самый различный состав. Основная часть их сложена известняком или доломитом, но встречаются строматолиты, сложенные (нацело или частично) кремнем, кварцем, магнезитом, сидеритом, окислами и гидроокислами железа, фосфоритами, сульфидами (в частности, пиритом и галенитом). Во всех случаях удавалось отчетливо видеть, что мы имеем дело с вторичным замещением по первичной строматолитовой карбонатной породе (подробнее об этом см. Крылов, 1963, стр. 56; Крылов, 1967, стр. 46 и 64). Подобные случаи неоднократно описывались и другими исследователями, однако вопрос о первичности или вторичности такого аномального минералогического состава строматолитовых пород обычно даже не поднимался. Еще меньше сомнений в "первичности" состава строматолитовых пород возникало у исследователей, когда они имели дело с карбонатными образованиями. Они приводят подробные описания структуры, размера и соотношения зерен, прилагают результаты карбонатных химических анализов в полной убежденности, что все эти данные действительно показывают первичный состав строматолитовой породы. Имеются работы, где специально подчеркивается перегруппировка карбонатных минералов (доломита и кальцита) уже в стадии диагенеза и отмечаются следы неоднократного преобразования пород наложенными процессами (Серебряков, 1968; Семихатов и др., 1970, стр. 118–119). Однако и в этих работах не делается никаких оговорок при разборе результатов карбонатных анализов: авторы их убеждены, что эти анализы отражают первичный состав породы.

Мне представляется, что на современной стадии исследований наиболее отчетливо проявляется только четвертый вариант решения этой проблемы: несомненно, что происходило значительное перераспределение вещества при вторичных изменениях породы.

Массовые химические анализы в количествах, допускающих статистическую обработку результатов, возможно, помогут в какой-то степени решению проблем первичности и вторичности вещества строматолитов и вмещающих пород. Но более перспективным мне представляется детальное изучение их шлифов под микроскопом, выявление состава, формы и последовательности выделения различных минералов и их генераций, последовательности проявления раскristаллизации, грануляции, доломитизации и других диагенетических и эпигенетических процессов, являющихся вторичными по отношению к первичной строматолитовой породе.

Это не означает, однако, что до полного изучения первичности или вторичности структур мы не должны пользоваться ими для сопоставлений. Одинаков

вторичные процессы, наложенные на одинаковые первичные структуры, должны привести к образованию подобных вторичных структур. Следовательно, идентичность строматолитовых структур в синхронных отложениях удаленных разрезов может служить важным коррелятивным признаком, но вовсе не является безусловным доказательством первичности этих структур. Заметим здесь же, что для В.П. Маслова (1960, стр. 140) основным критерием первичности состава породы являлось именно отсутствие следов вторичной перекристаллизации.

Важным является вопрос о содержании в строматолитах и во вмещающей их породе неорганического, в частности обломочного материала. Маслов (1960, стр. 147-148) считал, что именно количество такого материала, поступавшего в бассейн, определяло и саму возможность образования строматолитов и условия их роста. При оценке количества терригенного материала в строматолитах обычно обращаются к данным о массе нерастворимого осадка (МНО), определяемого при карбонатном анализе. Строго говоря, это не совсем точно, поскольку значительная часть механического и хемогенного осадка, входящего в состав строматолитовых пород, составляют карбонаты. Напомним, что, по мнению большинства зарубежных исследователей, вещество, слагающее строматолиты, на все 100% является кластическим и хемогенным материалом. С другой стороны, в состав нерастворимого остатка входят некоторые вторичные минералы, например кремнезем (в случае окремнения). Поэтому при оценке поступающего в бассейн осадка правильнее было бы говорить не о процентном содержании МНО в породах, а о соотношении скорости роста построек со скоростью накопления вмещающих их толщ. Именно эти соотношения и имел в виду В.П. Маслов (1960, стр. 147-148), когда на примере построек из устькютской свиты бассейна р.Ангары он делал выводы о влиянии неорганического осадка на рост строматолитов. Выводы эти сводятся к следующему.

Относительно небольшое количество поступающего в бассейн хемогенного или песчано-глинистого материала, засорявшего строматолит, не только не мешало его росту, но и в какой-то степени ускоряло его и усложняло сложную структуру строматолита. Если такого постороннего материала начинает поступать слишком много, происходит: а) разобшение строматолитовых вздутий, что дает возможность ссыпаться кластическому материалу со строматолита в промежутки между вздутиями; б) засорение самого тела строматолита и исчезновение четких микростроматолитовых структур; в) постоянный рост строматолита на одном и том же месте и образование в результате столбообразных "биостеллов". Уменьшение количества кластического материала приводит к расширению строматолитовых биогермов. Слишком же быстро притекавший терригенный материал "действовал губительно на строматолиты и, накапливаясь быстрее их роста, не позволял им образовываться" (там же, стр. 147).

При наиболее благоприятных условиях развиваются разнообразные по морфологии строматолиты с достаточно четкими морфологическими и структурными признаками; при большом количестве песчано-глинистого материала сложность становится менее четкой, микроструктуры становятся неравномерно-комковатыми, а сами постройки чаще всего имеют вид караваев и куполов с нечетким внутренним строением. При значительном поступлении хемогенного осадка строматолитовые и водорослевые структуры сменяются зернистыми.

Эти выводы подтверждаются продольным описанием морфологии и структуры строматолитов и вмещающих их осадков и иллюстрируются помимо фотографий более чем двадцатью конкретными зарисовками обнажений и образцов, на которых четко видны детали соотношения строматолита и вмещающей породы. Тем не менее Маслов считает, что он не занимался детальными литологическими исследованиями, которые только и могут решить вопрос о связи типов, групп и форм строматолитов с фашиями. К сожалению, нельзя привести ни од-

ной другой отечественной или иностранной работы, где вопрос о соотношении строматолитов и вмещающих их осадков разбирался хотя бы с такой детальностью и наглядностью, как в этой работе В.П. Маслова.

В большинстве случаев терригенный (некарбонатный) материал в строматолитах и в промежутках между постройками имеет пелитовую или алевритовую размерность частиц и обломков. Реже встречаются отдельные более крупные зерна, чаще всего кварцевые. Но известны и находки строматолитов, которые содержат значительное количество более грубозернистого материала. Вл.А.Комар (1966, стр. 59; см. также Семихатов и др., 1970, стр. 115, рис. 24, табл. IX, X) описывает из порохтажской и юдомской свит Учуро-Майского района и бассейна р.Токко столбчатые строматолиты, у которых промежутки между столбиками выполнены кварцевым песчаником. Описаны и нижнеордовикские пластовые строматолиты из штата Миннесота США (Davis, 1968), которые имеют все признаки настоящих строматолитов, но нацело сложены мелкозернистым кварцевым песчаником.

Сложнее обстоит дело с определением обломочного материала карбонатного состава, заключенного в строматолите и во вмещающей его породе. Несомненно, что такие частицы в достаточно больших количествах застревают между нитями водорослей. Но ведь мы не можем "вытряхнуть" эту пыль из строматолита. Часть таких обломков может быть определена при микроскопическом изучении, особенно с помощью реакций окрашивания по отличиям в химическом составе (если такие отличия имеются), по характерным контурам обломочных частиц и т.п. Чем крупнее такие частицы, тем легче их определить и в строматолитовых столбиках, и в промежутках между этими столбиками. В частности, нередко можно видеть обломки строматолитовых слоев, как бы насыпанные в межстолбиковые углубления. Они могут достигать размера в 1 см и более.

ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ И МЕТОДИКА ИХ ИЗУЧЕНИЯ

Глава I

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ

Строматолиты не являются ни скелетными остатками каких-либо организмов, ни слепами этих организмов. Они представляют собой корки, продукт жизнедеятельности водорослей и, возможно, бактерий. При этом в состав колоний у ныне живущих синезеленых водорослей-строматолитообразователей входит не один, а несколько видов и родов водорослей. Переносить эту особенность на древние строматолиты нужно с оговорками, но вполне возможно, что и древние постройки обязаны своим образованием целому комплексу различных водорослей (и бактерий), причем остатки самих этих организмов-строматолитообразователей сохраняются довольно редко. Все это и определяет подход к классификации строматолитов. Выделяются два основных направления.

Ряд исследователей (эту мысль в нашей стране четче других формулируют А.Г. Вологдин и К.Б. Кордэ в работах последнего десятилетия) считают, что сами по себе строматолиты нельзя рассматривать как объект палеонтологических исследований. Это формы роста, которые могут и должны рассматриваться при описаниях колоний водорослей. Так, в работах А.Г. Вологодина (1962 и др.) описывается и форма слоев, и морфология построек. Но настоящими палеонтологическими объектами являются не строматолиты, а остатки водорослей, которые в них встречаются. И А.Г. Вологдин, и К.Б. Кордэ подчеркивают, что при таком подходе может быть определена только часть всего строматолитового материала, поскольку водорослевые остатки встречаются не в каждом шлифе и не в каждом образце. При этом из множества наблюдаемых в строматолите комочков и сгустков описываются только те, которые имеют, по мнению исследователя, сходство с современными водорослями. Вся классификация должна приводиться только по таким микроскопическим структурам.

Другой подход, сторонником которого является и автор предлагаемой работы, предусматривает разностороннее изучение всех признаков строматолитов — и морфологии построек, и текстуры слагающих их слоев, и остатков организмов строматолитообразователей, если они сохраняются. Именно так на первых стадиях изучения строматолитов описывались разрозненные "виды" археозоонов, криптозоонов, гимносоленов и прочих образований, природа которых авторам описаний была неясна. Начиная с работы Уолкотта (Walcott, 1914) создается ряд классификаций строматолитов, причем в их основу все авторы кладут морфологию построек, а также форму, текстурные и структурные особенности слоев, слагающих эти постройки. Различные исследователи по-разному понимают значение разнообразных признаков строматолитов (предлагавшиеся схемы классификации мы рассмотрим отдельно), но единодушны во мнении, что классифицировать эти остатки можно и нужно и что одинаковые образования должны быть одинаково названы. Такие классификации являются безусловно формальными, а выделяемые таксоны — не биологическими родами и видами, а морфологическими подразделениями, ранг которых не ясен.

Теоретические основы подобной классификации, к сожалению, не разработаны совсем. Аналогии с другими классификациями — с классификацией ископаемых остатков растений, с классификацией следов, продуктов жизнедеятель-

ности, с классификацией организмов-симбионтов - могут проводиться с большой условностью, поскольку строматолиты отличаются от всех этих объектов многими принципиальными особенностями.

Классификация симбионтов (например, лишайников) является, как правильно отметила Фентон (Fenton, 1943), хорошим прецедентом для применения бинарной латинской номенклатуры к закономерным комплексам организмов. Нет сомнения, что строматолиты с их четкой и хорошо выдержанной морфологией образуются не случайными, а вполне закономерными ассоциациями водорослей и бактерий (в случае, если древние строматолиты не строились вообще одним видом водорослей). Но сами такие классификации лишайников являются частными случаями биологических классификаций водорослей и грибов и к строматолитам, к сожалению, неприменимы. Другим прецедентом применения бинарных латинских наименований к сложным комплексам растений могут служить названия фитоценозов (растительных сообществ, ассоциаций). По классификации Брокман-Ерош и Рубель, сосновый бор с преобладанием черники в подлеске имеет наименование *Pinetum myrtillosum* (от *Pinus* - сосна и *Vaccinium myrtillus* - черника). Подобных примеров можно привести множество (Алехин и др., 1961). Систематика следов и продуктов жизнедеятельности организмов может дать примеры классифицирования разнообразнейших по морфологии и по природе остатков на формальной основе. Однако ни один из них перенести на строматолиты тоже нельзя, поскольку объекты этих классификаций имеют слишком большие различия по самой своей природе.

Ближе всего к классификациям строматолитов стоят формальные классификации различных палеоботанических объектов. Большинство положений палеоботанического раздела Международного кодекса ботанической номенклатуры по крайней мере в той части, где речь идет о формальных родах и видах, сформулировано так, словно его авторы прямо имели в виду и проблемы строматолитологии. Коротко напомним об этих принципах. Международный кодекс ботанической номенклатуры (МКБН)¹ предусматривает выделение "родов по органам" и формальных родов, исходя из того, что названия видов, и, следовательно, многих шестоящих таксонов ископаемых растений обычно бывают основаны на экземплярах обособленных органов, а связь между этими органами может быть доказана только в редких случаях. "Роды по органам" отличаются от формальных тем, что иногда показывают в известной степени какое-то естественное сродство, тогда как формальные роды "могут содержать, а во многих случаях и содержат виды, относящиеся к разным семействам и даже группам более высокого ранга" (МКБН, стр. 46). Формальные роды признаны в качестве особой систематической категории с 1828 г. (А.Броньяр), с тех пор постоянно используются в таксономической и морфологической литературе и являются совершенно необходимыми.

Применение этого принципа приводит к тому, что различные остатки частей заведомо одного и того же растения (корни, листья, древесина, кора, цветы, пыльца, плоды и т.п.) могут иметь до трех десятков самостоятельных родовых латинских названий. К этому следует добавить, что кодексом предусматривается выделение таксонов, различающихся не только по морфологическим признакам, но и по различным формам сохранности органических остатков. Так, формальный род *Knorria* является формой сохранности рода *Lepidodendron*.

Такое положение, выглядящее совершенно ненормальным с точки зрения зоолога, является единственно возможным и единственно научным подходом к классификации растительных остатков. А.Н. Криштофович (1957, стр. 121) объясняет существование формальных родов и видов и их отличие от естественных

¹МКБН цитируется здесь и далее по изданию АН СССР 1959 г. На IX Международном ботаническом конгрессе в Монреале, в августе 1959 г., некоторые формулировки его были изменены в основном в сторону их сокращения с сохранением того же принципиального содержания (см. МКБН, "Палеонтологический журнал", 1964, № 4).

таксонов следующим образом: "Палеоботаник соединяет остатки, обладающие большим внешним сходством, в один род и даже вид, хотя они могут относиться к совершенно различным растениям. Этому не приходится удивляться, так как в результате конвергенции у многих совершенно различных растений побеги, одетые редуцированными листьями или совершенно безлистные, почти не отличимы, особенно на отпечатках". К строматолитам эти слова применимы в еще большей степени, поскольку это даже не отпечатки растений, а только корки, образующиеся в результате их жизнедеятельности. Следует еще раз подчеркнуть, что подобное применение формальной классификации к строматолитам совсем не препятствует параллельному классифицированию заключенных в них водорослевых остатков, если они будут встречены.

Таксоны, устанавливаемые для строматолитов, являются, конечно, формальными, а не "родами по органам", поскольку функциональное значение того или иного признака строматолитовых построек неизвестно. Мы можем только предполагать, что морфологическое сходство построек не является случайным совпадением, а обусловлено какими-то биологическими причинами, в частности может свидетельствовать о систематической близости образовавших их водорослей. Подтверждение этой гипотезы можно видеть в том, что одинаковые по морфологии постройки хорошо выдерживаются в одновозрастных отложениях на огромных площадях. Это полностью отвечает определению формального рода (МКБН, стр. 64) как подразделения, сохраняемого "для классификации таких ископаемых экземпляров, которым недостает отличительных признаков, показывающих естественное сродство, но которым нужно по практическим соображениям присвоить бинарные названия".

Применение формальной классификации позволяет нам описывать и одинаково называть одинаковые строматолитовые постройки, соблюдая все необходимые правила (установление типовых образцов, четкие диагнозы, сравнения, синонимика, правила приоритета). Эти разделы хорошо разработаны в кодексе, и соблюдение его правил и рекомендаций, по крайней мере на современной стадии изучения, позволит исследователям строматолитов избежать многих трудностей.

В.П. Маслов (1953б) предложил выделять следующие таксоны строматолитов: формальный тип – формальный подтип – группа (формальный род) – форма (формальный вид). Эти таксоны являются сейчас общепринятыми в отечественной литературе по строматолитам, хотя понятие "формальный тип", или "тип", может быть, и не является вполне удачным, поскольку оно перекликается с термином "тип" в применении к другим группам растительного и животного мира. Как известно, в искусственных классификациях растительных остатков, в частности в классификациях спор и пыльцы, выделяются такие таксономические категории: антетурма – турма¹ – субтурма – инфратурма – формальный род – формальный вид (Potonie, 1956). Но к таксонам у строматолитов такие наименования пока не применялись.

Глава II

СУЩЕСТВУЮЩИЕ КЛАССИФИКАЦИИ

В литературе по строматолитам имеется описание нескольких десятков групп (формальных родов) строматолитов, выделяемых на основании морфологических особенностей их построек. Первую схему их классификации предложил Ч. Уолкотт (Walcott, 1914), объединивший выделенные им "виды" строматолитов в несколько групп:

Массивно-ячеистые *Camasia spongiosa* Walc.
Cryptozoon Hall.
Newlandia concentrica Walc.

¹ Турма (лат.) – 1) подразделение римской кавалерии; 2) толпа, группа, вереница.

Полусферические	<i>Weedia tuberosa</i> Walc. <i>Collenia undosa</i> Walc. <i>Collenia compacta</i> Walc.
Веерообразные	<i>Newlandia frondosa</i> Walc. <i>Newlandia lamellosa</i> Walc. <i>Newlandia major</i> Walc.
Трубнообразные	<i>Kinneyia simulans</i> Walc. <i>Greysonia basaltica</i> Walc. <i>Copperia tubiformis</i> Walc.

Принципы выделения групп строматолитов и их систематизация различны у разных исследователей (табл. 1–7; рис. 12). В работах последних лет неоднократно предпринимались попытки сравнительного анализа различных классификаций (Маслов, 1960; Крылов, 1961, 1963; Комар, 1966; Раабен, 1969) Наиболее полный и логичный разбор сделан Х.Гофманном (Hofmann, 1969a). Общим недостатком всех этих анализов является преобладание критического начала над конструктивным. Отметив противоречивость различных диагнозов и определений, авторы пытались найти способ распределить весь упоминаемый ими хаос групп в рамках какой-то одной, вновь предлагаемой ими классификации. Наиболее частым следствием таких попыток бывает появление новых трактовок диагнозов описанных в литературе групп. Так, для группы *Gymnosolen* (Steinmann, 1911) в разное время давалось несколько отличающихся друг от друга и от первоначального описания диагнозов (Pia, 1927; Люткевич, 1953; Раабен, 1960; Крылов, 1962; Раабен, 1964). Имеется группа *Voconia* в первоначальном понимании И.К. Королук (1960), в двух трактовках Вл.А. Комара (1964, 1966) и в понимании М.А. Семихатова и Вл.А. Комара (Семихатов и др., 1970), группа *Jurussia*, в первоначальном понимании (Крылов, 1962) и в трактовке М.Е. Раабен (1964) и т.д.

Все это делается явно вопреки положениям МКБН (стр. 65 совет РВ6В), рекомендовавшего употреблять названия формальных родов только в их первоначальном смысле, и еще больше запутывает и без того достаточно сложную картину.

Предлагавшиеся различными авторами системы строматолитов исчерпывающе изложены в упоминавшихся выше обзорах, и мы не будем подробно анализи-

Таблица 1

Основные признаки родов строматолитов, по П.С. Краснопаевой, (Взято из работы В.П. Маслова (1960))

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

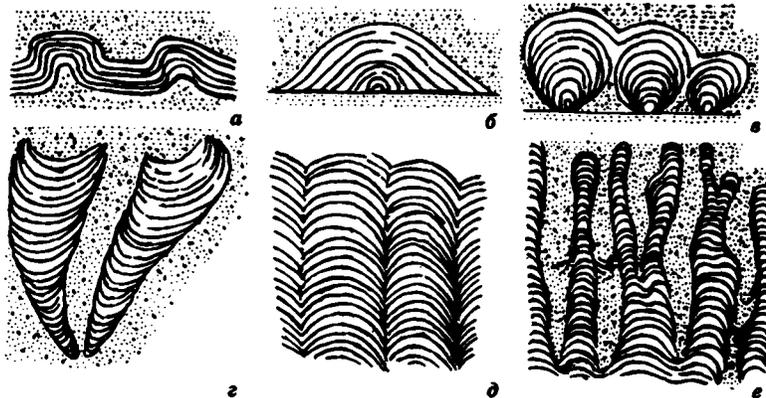


Рис.12. Основные разновидности строматолитов, по М.Пиа (Pia, 1927)
 а – *Weedia* Walcott; б – *Collenia* Walcott; в – *Cryptozoon* Hall.; г – "*Cryptozoon*"
boreale Dawson; д – *Archaeozoon* Matthew.; е – *Gymnosolen* Steinmann

ровать их. Достаточно приведенных на табл. 1–7 обобщенных схем из этих публикаций. Основное внимание следует уделить принципам выделения и диагнозам наиболее часто употребляемых в литературе таксонов.

Можно отметить по крайней мере 11 различающихся подходов к выделению групп строматолитов, в каждом из которых авторы учитывают или считают главными различные признаки (табл. 8, 9). Некоторые из этих подходов отличаются один от другого принципиально, другие – в деталях, но так или иначе, выделяемые группы имеют существенно различающиеся диагнозы. В этом разборе, разумеется, нельзя перечислить все публикации, где эти группы упомянуты. Поэтому будут приведены ссылки только на первоначальные диагнозы, на работы, где дается новая, оригинальная трактовка той или иной группы, или на сводки – обобщения, где приведены наиболее четкие диагнозы. Предлагаемый разбор является одновременно и попыткой оценки правомочности или недопустимости той или иной трактовки диагнозов групп.

Здесь следует оговориться, что речь идет не об оценке того или иного подхода к классификации, а только о выборе единственного диагноза для каждого таксона. Строя формальную классификацию, каждый исследователь имеет право опираться на те признаки, которые он считает важными. Нельзя заставить всех исследователей обязательно включать в диагнозы, скажем, тип ветвления или характер микроструктуры. Вряд ли мы имеем право сравнивать классификации, предложенные в 1960 г. И.К. Королук и В.П. Масловым, и говорить о том, какая из них "правильнее". Обе они последовательны, логичны и имеют право на существование, как и классификации, появившиеся позже. Но они построены по разным принципам, опираются на иные диагностические признаки, и поэтому таксоны, входящие в них и имеющие различные диагнозы, должны иметь различные названия. Расширяя или сужая, а то и нацело изменяя диагнозы по сравнению с первоначальным, нельзя давать этим по существу новым таксонам прежние наименования. Для каждой группы должно быть одно единственное понимание. Смысл употребления латинских наименований в том и состоит, что одинаковые названия должны обозначать одинаковые объекты.

В большинстве случаев я старался сохранять первичные диагнозы групп, хотя этот принцип выдержать до конца не удастся. Так, для группы *Gymnosolen*, очевидно, лучше сохранить не первичный диагноз (Steinmann, 1911), в котором не отмечено практически ни одного интересующего нас признака, а

Фитолиты	Морфологический тип	Морфологическая группа	Внешняя форма
Строматолиты — наросты на дне водоема	<i>Collenia</i>	<i>Collenia undosa</i> <i>Collenia columnaris</i>	Куполообразная Столбообразная
		<i>Collenia pseudocol- umnaris</i>	Волнисто-столбообразная
		<i>Collenia flabel- liformis</i>	Веерообразная
		<i>Collenia nubecu- lariformis</i>	Облакообразная
	<i>Conocollenia</i>	<i>Conocollenia</i>	Конусная
	<i>Conophyton</i>	<i>Conophyton cylin- dricus</i>	Цилиндрическая
	<i>Crustella</i>	<i>Crustella</i>	Караваяобразная
	<i>Glebulella</i>	<i>Glebulella</i> <i>Fossella</i> <i>Picnostroma</i>	Столбообразная " " Желваковидная
	<i>Tubistromia</i>	<i>Tubistromia</i>	Трубнообразная
	<i>Saccus</i>	<i>Saccus</i>	Столбовидная (в виде пе- ревернутого мешка)
	<i>Macronubecula- rites</i>	<i>Macronubecula- rites</i>	Неправильные наросты
Онколиты — округ- лые свободно ле- жащие стяжения	<i>Osagia</i>	<i>Osagia</i>	Округлоовальная
	<i>Otonosia</i>	<i>Otonosia</i> <i>Eniseiella</i>	Веерообразная
	<i>Nubecularites</i>	<i>Nubecularites</i>	Облакообразная
	<i>Katagraphia</i>	<i>Katangasia</i> "узорчатые известняки"	Неправильная с извилистыми контурами

трактовку, которую дала М.Е. Раабен (1964). Я понимаю, что это не вполне закономерно с точки зрения правил, но новая трактовка диагноза группы *Gymnosolen*, широко вошла в литературу. Правильнее, очевидно, было бы не переопределять группу *Gymnosolen*, которая осталась бы в одном ряду с "родами" *Archaeozoon*, *Carelozoon* и т.п., описания которых имеют чисто исторический интерес. Однако такое "возрождение" гимносоленов произошло (Раабен, 1960) и исправлять сделанное, очевидно, поздно. Это же относится и к диагнозу группы *Voxonia*, который понимается в трактовке Вл.А. Комара (1964), а не в первоначальном смысле (Королюк, 1960).

Известные в литературе группы строматолитов могут быть объединены в пять морфологических типов: пластовые, столбчато-пластовые, столбчатые, столбчато-желваковые и желваковые. В зарубежной литературе, где широко используется классификация Б.Логана, Р.Резака и Р.Гинзбурга (Logan a. o.,

лову (1960)

Макрослоистость	Микрослоистость	Ориентация микрослоистости
Резко выражена	Резко выражена	Куполообразная
То же	То же	"
"	"	Волнообразная
"	"	Веерообразная
"	Не выражена	-
"	Резко выражена	Конусовидная
"	То же	Конусовидная и цилиндрическая
"	Нет или сложная	Сложная
Слабо выражена	Нет, сгустки	Без внешней оболочки
То же	То же	То же
"	"	"
"	"	С внешней оболочкой
Нет	Внутри нет, снаружи резко выражена	С внешней слоистой оболочкой
Резко облакообразная	Нет	-
Резко выражена	Резко выражена	Ровными концентриками
То же	То же	Мелкими столбиками
Нет	"	То же
"	Почти нет	Облакообразная
"	Нет	-
"	"	-

1962, 1964 и др.), пластовым строматолитам отвечает тип LLH, а желваковым и столбчатым — тип SH.

Вопрос о выделении систематических подразделений, промежуточных между типом и группой, рассматривался только для столбчатых строматолитов. Приводимые схемы классификаций из работ различных авторов показывают, что тут нет никакого единства мнений ни о принципах, ни о ранге, ни о наименованиях этих подразделений. Но этой проблемы мы коснемся позже, а пока рассмотрим критерии выделения групп (формальных родов) и форм (формальных видов). Для удобства обозначим каждый из одиннадцати подходов к выделению групп буквами (от А до Л), а входящие в них таксоны будем обозначать цифрами (см. табл. 8, 9).

Классификация столбчатых строматолитов, по И.К. Королюк (1960). Взято из работы И.Н. Крылова (1963)

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

Классификация столбчатых ветвистых строматолитов, по И.Н. Крылову (1963)

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

Классификация столбчатых строматолитов, по М.Е. Раабен (1964)

Неветвящиеся и ложноветвящиеся (рост построек без увеличения их площади)		Истинноветвящиеся, активноветвящиеся (рост построек с разветвлением и увеличением площади)	
Неветвящиеся <i>Conophytonida</i>	Ложноветвящиеся <i>Kussiellida</i>	Параллельноветвистые <i>Gymnosolenida</i>	Непараллельноветвистые <i>Tungussida</i>
Столбики не ветвятся	Столбики распадаются на более мелкие	Столбики прогрессивно ветвятся	Столбики прогрессивно ветвятся
Нарастание слоев без смещения	Нарастание слоев без смещения	Нарастание слоев без смещения	Нарастание слоев со смещением
Оси столбиков параллельны	Оси столбиков параллельны	Оси столбиков параллельны	Оси столбиков различно ориентированы
<i>Conophyton</i> Masl. <i>Conocollenia</i> Masl.	<i>Kussiella</i> Kryl. <i>Jurusania</i> Kryl. <i>Omachtenia</i> Nuzhn. <i>Schancharia</i> Korol.	<i>Gymnosolen</i> Steinm. <i>Inzeria</i> Kryl. <i>Katavia</i> Korol. <i>Katavia</i> Kryl. <i>Minjaria</i> Kryl.	<i>Tungussia</i> Semikh. <i>Poludia</i> gen. nov. <i>Parmites</i> gen. nov. <i>Baicalia</i> Kryl. <i>Compactocollenia</i> Korol.

А. Тип пластовые строматолиты (Королюк, 1960)

Постройка сложена слоями, которые, не прерываясь, прослеживаются на всем ее протяжении. Определение проводится по единичному срезу (шлиф, пришлифовка), высота которого значения не имеет, а ширина позволяет видеть два-три соединяющихся бугра и впадины. Группы выделяются по морфологии слоев.

1. Более или менее унаследованное правильное чередование бугров и впадин - *Stratifera* (Королюк, 1960); *Collenia* (Logan a. o., 1962).
2. Чередование слоев неунаследованное, а слои имеют различную форму - *Irregularia* (Королюк, 1960), *Macronubecularites* (Маслов, 1960), *Gongylinia* (Комар, 1966).
3. Чередование тонких ровных и пологовыпуклых слоев, иногда прерывистых - *Malginella* (Комар и др., 1970). От других групп *Malginella* отличается отсутствием скорлуповатости, т.е. главного признака, который упоминается в определениях понятия "строматолит". Я не уверен следует ли эти слоистые структуры считать строматолитами.

Б. Тип столбчато-пластовые строматолиты (Крылов, 1962)

Постройка представляет собой сочетание столбиков, то обособляющихся, то срастающихся, соединенных большим количеством общих слоев-мостиков. Определение групп проводится по вертикальным срезам (шлиф, пришлифовка) достаточной высоты и ширины, позволяющим видеть срастание и ветвление столбиков и слоев, соединяющие эти столбики. Группы выделяются по деталям морфологии столбиков и соединительных слоев.

1. Столбики, сложенные пологовыпуклыми слоями, с неровной и нечеткой стенкой - *Columnaefecta* (Королюк, 1960). В этой же работе выделялась группа *Schancharia* - некрупные столбики, сложенные слабо-

выпуклыми слоями с плоским сводом; темные слои образуют однослойную стенку. При первом описании обе эти группы были отнесены к столбчатым строматолитам. Однако закономерно наблюдающееся у этих строматолитов большое количество соединительных слоев-мостиков и переход столбчатых построек в пластовые позволяют отнести их к столбчато-пластовым строматолитам. В более поздней работе (Королюк, Сидоров, 1969б) группа *Schancharia* была включена в состав группы *Columnacollenia*.

2. Субцилиндрические столбики с кольцевыми карнизами и выступами на боковой поверхности, разветвляющиеся путем простого последовательного распада широкого столбика на более узкие — *Omachtenia* (Нужнов, 1967).
3. Некрупные, обычно расширяющиеся снизу вверх столбики с мелкобахромчатым боковым ограничением и веерообразным ветвлением — *Parmites* (Раабен, 1964).
4. Мелкие столбики шишкообразной или клиноподобной формы, без обложения. Ветвление на два новых расходящихся столбика — *Gruneria* (Cloud, Semikhatov, 1969).
5. Мелкие, неровные и нечеткие, прихотливо разветвляющиеся и сростающиеся столбики с неровной боковой поверхностью, козырьками и карнизами — *Dgerbia* (Дольник, 1969).
6. Редко ветвящиеся столбики, сложенные нечеткими слоями — *Svetliella* (Комар и др., 1970). Подобная трактовка диагноза группы *Svetliella* отличается от диагноза, данного автором этого таксона (Шаповалова, 1968) и должна быть отвергнута. Группа *Svetliella* относится к столбчатым строматолитам (см. В-18).

В — Ж. Тип столбчатые строматолиты (Королюк, 1960)

Постройки представляют собой столбики (колонки), четко обособленные друг от друга и от разделяющей их вмещающей породы. Предлагалось несколько подходов к выделению групп.

В. Согласно предложенной мной классификации (Крылов, 1962), которую я продолжаю считать предпочтительной, сравниваются фрагменты столбчатых кустистых построек, состоящие из нескольких однотипных разветвляющихся столбиков. Группы выделяются по совокупности трех признаков: 1) общий облик постройки; 2) характер ветвления; 3) характер бокового ограничения. Для определения группы необходимо иметь штуп, в котором были бы видны два-три столбика с участками ветвления, которые должны быть обработаны по методике графического препарирования. Размер штупа определяется величиной столбиков, но обычно равен 15 × 15 × 10 см для большинства докембрийских строматолитов. Следует особо подчеркнуть, что определения групп по отдельным срезам и по шлифам в рамках этой классификации недопустимы: для определения необходимо иметь объемную реконструкцию постройки. К этому разделу относится большинство известных групп столбчатых ветвистых строматолитов.

1. Субцилиндрические столбики, разветвляющиеся путем простого последовательного распада широких столбиков на более узкие. Боковая поверхность с поперечными ребрами и кольцевыми карнизами — *Kussiella* (Крылов, 1962).
2. Клубнеподобные столбики, разветвляющиеся с резкими пережимами в основании ответвлений; боковая поверхность с козырьками — *Baicalia* (Крылов, 1962).
3. Неровные субцилиндрические столбики, разветвляющиеся с образованием нишеподобных углублений в основном столбике, с мелкоребристой боковой поверхностью — *Inzeria* (Крылов, 1962).

Классификация строматолитов, по Вл. А. Комару (1966). Взято из работы М.Е. Раабен (1969)

Надтип	Тип	Подтип	Надгруппа	Группа				
				название	характеристика			
Столбчатые строматолиты; четко обособленные субцилиндрические столбики	Неветвящиеся; ветвление нехарактерно, микроструктуры упорядоченные			<i>Colonnella</i>	Арка субсферической формы; слои с недифференцированной структурой			
				<i>Conophyton</i>	Арка высокая коническая или субконическая; слои в верхушечной части утолщены и образуют осевую зону			
	Ветвящиеся: ветвление различного типа, микроструктуры неупорядоченные, разнообразные	Пассивноветвящиеся		С недифференцированной микроструктурой; боковое ограничение без облекания	<i>Kussiella</i>	Столбики прямые вертикальные, поверхность ребристая, микроструктура пластинчатая		
					<i>Microstylus</i>	Столбики прямые вертикальные, мелкие; слоистость нечеткая; микроструктура волнисто-инкрустационная		
					<i>Platella</i>	Постройки вертикальные, с сильно вытянутым эллиптическим сечением, имеют вид параллельных пластин; ограничение ровное, без облекания		
					<i>Voxonia</i>	Столбики прямые вертикальные; облекание совершенное, многократное; микроструктура ступчатая		
					<i>Baicalia</i>	Столбики с раздувами и пережимами, оси непараллельные; боковая поверхность неровная		
					<i>Anabaria</i>	Столбики различной формы, расходятся веерообразно; поверхность обычно довольно ровная		
						С дифференцированной микроструктурой; боковое ограничение с облеканием		
						С недифференцированной микроструктурой; боковое ограничение без облекания		

		Активноветвляющиеся	С дифференцированной микро- структурой	<i>Gymnosolen</i>	Столбики прямые субпараллельные, с раздувами в местах ветвления; поверхность гладкая, облекание может местами отсутствовать
				<i>Kotuikania</i>	Столбики неправильной формы, с фестончатым сечением; боковая поверхность гладкая, облекание многократное, микроструктура шестовато-сгустковая
Пластовые и желваковые (нестолбчатые) строматолиты	Пластовые			<i>Siratifera</i>	Слои волнистые, с чередованием бугров и впадин; наложение унаследованное, микроструктура простейшая
	Желваковые			<i>Gongylina</i>	Наложение унаследованное и плохоунаследованное; темные слои выдержаны по толще, светлые не выдержаны и имеют комковатую структуру
		<i>Paniscollenia</i>	Постройки караванеобразные, с плоским основанием, арки полусферические; слои в центральной части утолщены, к краю большей частью утоняются и прослеживаются по пласту, участвуя в строении других построек		
		<i>Colleniella</i>	Постройки обособленные, округлые; слои образуют бугры и впадины, в краевых частях выполаживаются и могут прослеживаться по пласту, участвуя в сложении других построек		
	<i>Nucleella</i>	Постройки полусферические, обладающие различной микроструктурой или характером наложения центральной части (ядра) и облегающих его слоев			

Категория	Надгруппа	
	название	характеристика
Активноветвящиеся (ис- тинноветвящиеся) Постройки и столбики рас- ширяются по мере роста. Столбики в типе дилатант- ные	<i>Gymnosolenida</i>	Постройки параллельноветвистые, состоят из ложноцилиндрических столбиков
	<i>Tungussida</i>	Постройки состоят из различно ориентированных дилатантных столбиков
Неветвящиеся и пассивно- ветвящиеся Постройки и столбики не расширяются по мере рос- та. Столбики в типе ши- линдрические	<i>Conophytonida</i>	Ветвления нет. Постройки в ти- пе состоят из одного столба
	<i>Kussiellida</i>	Ветвление ложное (пассивное). Постройки распадаются на ряд столбиков, которые вновь могут сливаться

- 4-6. Субцилиндрические ровные столбики, разветвляющиеся на два-три новых подобно ветвлению ствола дерева. Различаются по характеру бокового ограничения: 4 - с отдельными козырьками и своеобразной пленочкой, облегающей столбик, - *Jurussia* (Крылов, 1962); 5 - с гладкой ровной поверхностью - *Minjaria* (Крылов, 1962); 6 - с мелкобугорчатой поверхностью - *Katavia* (Крылов, 1962).
7. Субцилиндрические столбики с гладкой боковой поверхностью, разветвляющиеся на два или несколько параллельно ориентированных столбиков - *Gymnosolen* (Раабен, 1964). Этот диагноз имеет мало общего с первоначальным описанием группы (Steinmann, 1911), но может быть сохранен в виде исключения, поскольку именно в такой трактовке группа *Gymnosolen* неоднократно описывалась во многих работах последнего десятилетия.
8. Прямые или изогнутые столбики с раздувами и пережимами, с многократным кустистым ветвлением и гладкой боковой поверхностью - *Gymnosolen* (Крылов, 1962). Эта трактовка должна быть отброшена, следует остановиться на диагнозе группы *Gymnosolen*, приведенные выше (В-7).
9. Субцилиндрические столбики с раздувами в местах ветвления, гладкой боковой поверхностью и "мутовчатым" типом ветвистости - *Pseudokus-siella* (Крылов, 1962).
10. Субцилиндрические столбики с неровной боковой поверхностью и ответвлениями, отходящими под прямым углом к столбику - *Turuchania* (Семихатов, 1962).
11. Субцилиндрические, сильно сплюснутые столбики с ровной гладкой боковой поверхностью; ветвление "путем отпочкования от основной постройки такого же уплощенного столбика" - *Pitella* (Семихатов, 1962, стр. 214).

Группа		Форма
название	характеристика	
<i>Gymnosolen</i> , <i>Inzeria</i> , <i>Katavia</i> , <i>Boxonia</i>	Различаются по характеру и степени облекания и по характеру боковой поверхности	Различаются по текстурным признакам. Вспомогательный признак – размер столбиков
<i>Tungussia</i> , <i>Baicalia</i> , <i>Parmites</i> , <i>Poludia</i> , <i>Anabaria</i>	Различаются по характеру бокового ограничения и по форме арки	Различаются по текстурным признакам
<i>Conophyton</i> , <i>Colonnella</i>	Различаются по форме арки и слоя	То же
<i>Kussiella</i> , <i>Jurusania</i> , <i>Platella</i> , <i>Microstylus</i>	Различаются по характеру боковой поверхности и по форме слоя в плане	"

12. Узловатые бугристые столбики непостоянного диаметра со сложным и частым ветвлением; боковая поверхность местами гладкая с многократным облеканием, местами неровная, с козырьками – *Linella* (Крылов, 1967).
13. Субцилиндрические столбики с гладкой мелкобугристой поверхностью, сложноветвистые, с большим количеством мелких пальчатых отростков – *Patomia* (Крылов, 1967).
14. Ровные прямые субцилиндрические столбики с гладкой боковой поверхностью и многослойной стенкой, разветвляющиеся путем простого последовательного распада широкого столбика на более узкие – *Boxonia* (Комар, 1964). Эта трактовка, как уже отмечалось, отличается от первоначального диагноза Королук (см. Е-7), но широко вошла в литературу и может быть остановлена в виде исключения.
15. Субцилиндрические столбики с гладкой боковой поверхностью и веерообразным (радиальным) расхождением разветвляющихся столбиков – *Anabaria* (Комар, 1964).
16. Вертикальные и наклонные бугристые столбики с гладкой боковой поверхностью и многослойной стенкой. Ветвление частое, с расходящимися в стороны столбиками – *Kotuikania* (Комар, 1964).
17. Субцилиндрические столбики непостоянного диаметра. Боковая поверхность бугристая, с многократным облеканием. Столбики разветвляются на большое количество очень тонких столбиков – ответвлений *Vetella* (Крылов, 1967).
18. Вертикально или наклонно ориентированные мелкие столбики с бугристой и мелкобахромчатой поверхностью, сложно и часто разветвляющиеся на несколько новых более тонких столбиков – *Svetliella* (Шаповалова, 1968).

Признаки, которые учитываются различными исследователями при выделении морфологических групп строматолитов (ключ к табл. 9).

Типы строматолитов	Классификация (см. табл. 9)	Признаки строматолитов								
		форма слоя	форма столбика	боковое ограничение	тип ветвления	сочетание морфологически различных столбиков	структура	сочетание разных структур	наличие ветвления	строение желвака
Пластовые	А	+								
Столбчато-пластовые	Б	+	+							
Столбчатые	В		+	+	+					
	Г		+	+	+	+				
	Д		+	+	+		+			
	Е	+		+						
	Ж								+	
Столбчато-желваковые	З		+							+
Желваковые	И	+								
	К	+						+		
Тип значения не имеет	Л	+								

19. Прямые субцилиндрические тонкие столбики с ровной боковой поверхностью без облекания, разветвляющиеся путем простого последовательного распада широких столбиков на более узкие - *Tenupalusella* (Голованов, 1970). Этот диагноз полностью соответствует морфологической части диагноза группы *Microstylus* Kom., опубликованного ранее (Комар, 1966), но Вл.А. Комар добавляет как дополнительный признак тип микроструктуры слоев (см. раздел Д-1).

20. Субцилиндрические поперечнорребристые столбики без облекания и без крупных козырьков. Столбики отходят от общего пластового основания с многочисленными разветвлениями в нижней части – *Aldania* (Крылов, 1969).
21. Мелкие, похожие на кустики столбики с неровной боковой поверхностью. Ветвление частое на два–три новых, расходящихся в стороны и вверх столбика – *Katemia* (Cloud, Semikhatov, 1969).
22. Субцилиндрические столбики непостоянного диаметра, имеющие иногда мелкие козырьки, иногда – облекание. Ветвление на два–три новых, более тонких столбика – *Eucapsiphora* (Cloud, Semikhatov, 1969).
23. Субцилиндрические столбики с неровной боковой поверхностью и некрупными козырьками, разветвляющиеся путем простого последовательного распада широких столбиков на более узкие – *Jurusania* (Раабен, 1964). Эта трактовка группы *Jurusania* противоречит первичному диагнозу (см. В–4) и должна быть отброшена.
24. Сложно изогнутые столбики субцилиндрической или кубковидной формы с разнообразным “активным” ветвлением, боковая поверхность от гладкой до бахромчатой – *Poludia* (Раабен, 1964).
25. Субцилиндрические столбики с кольцевыми карнизами и поперечными ребрами. Ветвление – на два или несколько новых расходящихся столбиков – *Iliella* (Крылов, 19726).
26. Мелкие неровные субцилиндрические столбики с редким ветвлением на два–три новых и частыми пальчатыми отростками. Столбик окружен своеобразной оболочкой – *Lenia* (Дольник, 1969).

Другие исследователи предлагали несколько иные подходы к классифицированию столбчатых строматолитов, опираясь при выделении групп на другие признаки или на другие комбинации этих признаков.

Г. Классифицируются фрагменты строматолитовых образований, представленные закономерными сочетаниями разнотипных построек и столбиков.

1. Постройка состоит из желвака, переходящего в столбик, – *Compactocolenia* (Королюк, 1960).
2. Постройка состоит из пологонаклонных или горизонтальных столбиков, от которых в стороны и вверх ответвляются клубнеподобные столбики и желваки. Боковое ограничение местами с облеканием, местами с козырьками – *Tungussia* (Семихатов, 1962).
3. Постройка состоит из центрального столбика, сложенного коническими слоями (*Conophyton*), от которого в стороны и вверх отходят расширяющиеся и клубнеподобные столбики с куполовидными слоями (*Baicalia* или *Collumnacollenia*) – *Jacutophyton* (Шаповалова, 1965).

Мы видим, что диагнозы этих групп довольно близки к диагнозам групп из раздела В, но не совсем равнозначны им: постройки, определяемые как *Baicalia* (В–2), являются только составными частями построек *Jacutophyton*. Как *Baicalia* могут быть определены и отдельные фрагменты тунгуссий. Это обуславливает и несколько иные требования к материалу, необходимому для определения этих групп. Тут требуется очень крупный штуф или несколько штуфов с обязательной полевой зарисовкой или фотографией, где были бы видны взаимоотношения построек. Однако характерная морфология этих построек позволяет во многих случаях уверенно узнавать эти группы прямо в обнажениях или по фотографиям, до обработки собранных штуфов, которые позволяют определить формальный вид якутофитона, тунгуссии и т.д.

Д. В системе, предложенной Вл.А. Комаром (1966), классифицируются фрагменты кустистых столбчатых построек (как в разделах Б или В) по совокупности тех же признаков, но в диагноз некоторых групп добавляется характеристика микроструктуры (текстуры) слоев.

Группы строматолитов, известные в литературе
(обзорная таблица)

A Пластовые	B Столбчатые ветвистые	
<p>1 <i>Stratifera</i> Королюк, 1960</p> <p><i>Collenia</i> Logan a.o., 1962</p> <p>2 <i>Irregularia</i> Королюк, 1960</p> <p><i>Macronubecularites</i> Маслов, 1960</p> <p><i>Gongylina</i> Комар, 1966</p> <p>3 <i>Malginella</i> Комар, Семихатов, 1970 (см. Комар и др., 1970)</p>	<p>1 <i>Kussiella</i> Крылов, 1962</p> <p>2 <i>Baicalia</i> Крылов, 1962</p> <p>3 <i>Inzeria</i> Крылов, 1962</p> <p>4 <i>Jurusania</i> Крылов, 1962</p> <p>5 <i>Minjaria</i> Крылов, 1962</p> <p>6 <i>Katavia</i> Крылов, 1962</p>	<p>14 <i>Boxonia</i> Комар, 1964</p> <p>15 <i>Anabaria</i> Комар, 1964</p> <p>16 <i>Kotuikania</i> Комар, 1964</p> <p>17 <i>Vetella</i> Крылов, 1967</p> <p>18 <i>Svetliella</i> Шаповалова, 1968 (см. Крылов и др., 1968)</p> <p>19 <i>Tenupalusella</i> Голованов, 1970</p>
Б Столбчато-пластовые	7 <i>Gymnosolen</i> Раабен, 1964	20 <i>Aldania</i> Крылов, 1969
<p>1 <i>Collumnaefacta</i> Королюк, 1960</p> <p><i>Schancharia</i> Королюк, 1960</p> <p>2 <i>Omachtenia</i> Нужнов, 1967</p> <p>3 <i>Parmites</i> Раабен, 1964</p> <p>4 <i>Gruneria</i> Cloud, Semikhatov, 1969</p> <p>5 <i>Dgerbia</i> Дольник, 1969</p> <p>6 <i>Svetliella</i> Комар, Семихатов, 1970 (см. Комар и др., 1970)</p>	<p>8 <i>Gymnosolen</i> Крылов, 1962</p> <p>9 <i>Pseudokussiella</i> Крылов, 1962</p> <p>10 <i>Turuchania</i> Семихатов, 1962</p> <p>11 <i>Pitella</i> Семихатов, 1962</p> <p>12 <i>Linella</i> Крылов, 1967</p> <p>13 <i>Patomia</i> Крылов, 1967</p>	<p>21 <i>Katemia</i> Cloud, Semikhatov, 1969</p> <p>22 <i>Eucapsiphora</i> Cloud, Semikhatov, 1969</p> <p>23 <i>Jurusania</i> Раабен, 1964</p> <p>24 <i>Poludia</i> Раабен, 1964</p> <p>25 <i>Iliella</i> Крылов, 1972 6</p> <p>26 <i>Lenia</i> Дольник, 1969</p>

Г	Е	З
<p>1 <i>Compactocollenia</i> Королюк, 1960</p> <p>2 <i>Tungussia</i> Семихатов, 1962</p> <p>3 <i>Jacutophyton</i> Шапвалова, 1965</p>	<p>2 <i>Planocollina</i> Королюк, 1960</p> <p>3 <i>Conophyton</i> Комар и др., 1965</p> <p>4 <i>Linocollenia</i> Королюк, 1960</p>	<p>1 <i>Tinnia</i> Дольник, 1969</p> <p>2 <i>Gaia</i> Крылов, 19726</p>
<p>Д Столбчатые</p>	<p>5 <i>Ilicta</i> Сидоров, 1960</p> <p>6 <i>Sacculia</i> Королюк, 1960</p> <p>7 <i>Voxonia</i> Королюк, 1960</p> <p>8 <i>Tunicata</i> Сидоров, 1969 (см. Королюк, Сидоров, 1969)</p> <p>9 <i>Collumnaefacta</i> Королюк, 1960</p>	<p>И Желваковые</p> <p>1 <i>Collenia</i> Walcott, 1914; Королюк, 1960</p> <p><i>Collenia undosa</i> Маслов, 1960</p> <p>2 <i>Colleniella</i> Королюк, 1960</p> <p>3 <i>Paniscollenia</i> Королюк, 1960</p>
<p>1 <i>Microstylus</i> Комар, 1966</p> <p>2 <i>Glebulella</i> Дольник, 1969</p> <p>3 <i>Kussiella</i> Комар, 1966</p> <p>4 <i>Voxonia</i> Комар, 1966</p> <p>5 <i>Kotuikania</i> Комар, 1966</p>	<p>Ж Столбчатые</p>	<p>К Желваковые</p> <p>1 <i>Nucleella</i> Комар, 1966</p>
<p>Е Столбчатые</p>	<p>1 <i>Cryptozoon</i> Hall, 1883; Walcott, 1914</p> <p>2 <i>Cryptozoon</i> Logan a.o., 1962 <i>Conusella</i> Голованов, 1970</p> <p>3 <i>Platella</i> Королюк, 1963; Комар, 1966</p> <p>4 <i>Gymnosolen</i> Pia, 1927; Cloud, 1942</p>	<p>Л Форма слоя</p> <p>1 <i>Collenia</i> Маслов, 1937, 1939, 1960</p> <p>2 <i>Conophyton</i> Маслов, 1938, 1960</p> <p>3 <i>Conocollenia</i> Маслов, 1960</p> <p>4 <i>Gymnosolen</i> Люткевич, 1953</p>
<p>1 <i>Collumnacollenia</i> Королюк, 1960</p> <p><i>Colonnella</i> Комар, 1966</p> <p><i>Archaeozoon</i> Pia, 1927</p>		

1. Признаки, перечисленные в В-19, в сочетании с волокнисто-инкрустационной структурой - *Microstylus* (Комар, 1966).
2. Мелкие столбики без стенок или комки неправильной формы с нечеткой слоистостью, имеющие сгустковую структуру, - *Glebulella* (Дольник, 1969).
3. Признаки, перечисленные в В-1, в сочетании с пластинчатой структурой - *Kussiella* (Комар, 1966). Эта трактовка отличается от первичного диагноза (см. В-1) и должна быть отвергнута. Добавление в диагноз группы *Kussiella* четвертого признака (структура слоев) суживает объем группы. Таксон, выделяемый по этим четырем признакам, должен иметь собственное наименование, подобно тому, как имеют разные названия строматолиты групп *Tenupalusella* (В-19) и *Microstylus* (Д-1).
4. Признаки, перечисленные в В-14, в сочетании со сгустковой структурой - *Voxonia* (Комар, 1966). Эта трактовка диагноза *Voxonia* должна быть отвергнута по той же причине, что и *Kussiella* (Д-3).
5. Признаки, перечисленные в В-16, в сочетании с шестовато-сгустковой структурой - *Kotuikania* (Комар, 1966). Диагноз отличается от первичного (см. В-16) и должен быть отвергнут по тем же причинам, что и два предыдущих.

Требования к образцам те же, что и в разделе В (т.е. крупный штупф, позволяющий видеть после обработки объемную реконструкцию постройки), в сочетании с хорошей сохранностью текстуры и структуры, наблюдаемой в шлифе. Разумеется, заменять изучение морфологии построек определением текстуры - было бы грубейшим нарушением принципа, положенного авторами групп в основу диагнозов.

Е. В классификации, предложенной И.К. Королюк (1960), рассматриваются столбчатые строматолиты без учета характера их ветвления. Иногда (Раабен, 1964; Комар, 1966) отсутствие ветвления подчеркивается специально, и "неветвящиеся" строматолиты противопоставляются "ветвящимся". Детальное изучение биогермов показывает, что неветвящихся столбчатых строматолитов не существует, и мы можем говорить только о видимом отсутствии ветвления столбиков в пределах данного образца. Такие фрагменты столбиков классифицируются по форме слагающих их слоев и по характеру бокового ограничения (по типу стенки).

1. Стенка отсутствует, слои имеют куполоподобную форму - *Collumnacollenia* (Королюк, 1960). Этому же диагнозу отвечает группа *Colonnella* (Комар, 1966), отличие состоит в том, что в диагнозе *Colonnella* отмечается отсутствие ветвления, а в диагнозе *Collumnacollenia* этот признак не указывается. С некоторой долей условности сюда же можно отнести и "род" *Archaeozoon* в понимании Ю.Пиа (Pia, 1927).
2. Стенка отсутствует, слои сильно уплощенные - *Planocollina* (Королюк, 1960).
3. Стенка отсутствует, слои имеют коническую форму - *Conophyton* (Комар и др., 1965а,б). В этом случае тоже указывается отсутствие ветвления. Диагноз группы *Conophyton* несколько отличается от первоначального (Маслов, 1938, 1960, см. Л-2), где к *Conophyton* относились не только столбчатые, но и пластовые и столбчато-пластовые постройки. Авторы новой трактовки диагноза на практике поступают так же, но в диагнозе декларативно ограничивают *Conophyton* только столбчатыми постройками.
4. Стенка прерывистая, арки очень плоские - *Linocollenia* (Королюк, 1960).
5. Стенка четкая, многослойная, слои различной выпуклости, неупакованные - *Ilicta* (Сидоров, 1960).
6. Стенка представляет собой мешкообразную оболочку, охватывающую столбик, слои куполоподобные - *Sacculia* (Королюк, 1960).

7. Стенка четкая, многослойная, слои куполоподобные, выпуклые - *Voxonia* (Королюк, 1960). Диагноз этой группы позже был дополнен характеристикой типа ветвления (см. В-14) и именно в таком виде вошел в большинство работ последних лет.
8. Столбики окружены "чехлом" из кристаллического карбоната, слои нечеткие, уплощенные, реже выпуклые - *Tunicata* (Сидоров, 1969, см. Королюк, Сидоров, 1969а).
9. Стенка нечеткая, слои пологовыпуклой формы - *Collumnaefacta* (Королюк, 1960). С.В. Нужнов (1967) совершенно справедливо отнес эту группу не к столбчатым, а к столбчато-пластовым строматолиям (см. В-1).
10. Стенка однослойная, слои маловыпуклые с очень плоским сводом - *Schancharia* (Королюк, 1960). Эта группа включена в группу *Collumnaefacta* (Королюк, Сидоров, 1969б).

Для определения группы при этом подходе требуется продольный срез столбика (шлиф или пришлифовка), у которого видно боковое ограничение и который сложен однотипными по форме слоями.

Обычно высота таких образцов несколько меньше, чем это требуется для определения по методике графического препарирования (раздел В).

Ж. Классифицируются единичные обособленные столбики по какому-нибудь одному признаку, характеризующему форму этих столбиков.

1. Столбик (иногда, желвак), рост которого начинается от точки на субстрате - *Cryptozoon* (Hall, 1883; Walcott, 1974; Pia, 1927).
2. Столбик, диаметр которого увеличивается снизу вверх, - *Cryptozoon* (Logan a. o., 1962). Этот же диагноз дает Н.П. Голованов (1970) для группы *Conusella*.
3. Столбики сильно уплощенные, имеющие вид вертикально ориентированных пластин, - *Platella* (Королюк, 1963; Комар, 1966).
4. Строматолит представляет собой разветвляющийся столбик - *Gymnosolen* (Pia, 1927; Cloud, 1942; и др.). Противопоставление гимносоленов как ветвящихся строматолитов "неветвящимся" коллениям характерно для многих работ 20-50-х годов. Нами принимается иной диагноз группы *Gymnosolen* (см. В-7).

Определение групповой принадлежности по этим признакам обычно проводилось исследователями на обнажениях или по крупным зарисовкам или фотографиям таких обнажений или образцов.

З. Тип столбчато-желваковые строматолиты (Крылов, 1962)

Постройка представляет собой желвак или небольшой биогерм, образованный тесно сближенными столбиками. Группы выделяются по общему характеру строения биогерма (желвака).

1. Желвак с плоским основанием, в пределах которого обособляются нечеткие желваки и столбики - *Tinnia* (Дольник, 1969).
2. Желвак сложен плотно сближенными четкими столбиками, которые образованы выпуклыми слоями - *Gaia* (Крылов, 1972б).

Для определения этих групп надо иметь крупный продольный срез постройки (пришлифовка), в котором видна значительная часть желвака, желательное в сочетании с полевой зарисовкой или фотографией.

И, К. Тип желваковые строматолиты (Королюк, 1960)

1. Постройка имеет вид обособленного каравая или желвака. Группы выделяются по морфологии слоев, образующих этот желвак.

1. Куполоподобные слои – *Collenia* (в узком смысле) – (Walcott, 1914; Королюк, 1960). Маслов (1960) выделял эти постройки в морфологическую группу *Collenia undosa*.
2. Слои мелкобугристые – *Colleniella* (Королюк, 1960).
3. Слои с увеличивающейся выпуклостью снизу вверх по желваку – *Panicollenia* (Королюк, 1960).

Для определения этих групп необходимо иметь весь желвак или его фрагмент в сочетании с полевой зарисовкой или фотографией.

К. Отдельно следует рассматривать выделенную Вл.А. Комаром (1966) группу *Nucleella*. Это желваковый строматолит, образованный слоями, которые имеют различную структуру в центре желвака (в ядре) и в периферической части, т.е. к признакам, характерным для *Collenia* (И-1), добавляется еще один: характер микроструктуры. Для определения этой группы помимо требований раздела И необходимо, чтобы желвак имел хорошую сохранность структуры слоев.

Л. Тип постройки значения не имеет

Наконец, надо упомянуть еще об одном подходе к выделению групп строматолитов, когда классифицировались постройки любого типа (безразлично, столбчатые, пластовые или желваковые) по форме слагающих их слоев.

1. Куполовидная форма слоев – *Collenia* (в понимании Маслова, 1937, 1939в, 1960). Такое понимание группы *Collenia* отличается от диагноза Уолкотта (см. И-1) и очень расширило объем этой группы. Более 90% всех строматолитов Масловым относились к *Collenia*, и он критиковал исследователей, пользующихся другими классификациями: "*Collenia ferrata* и *C. undosa* отличаются между собой больше, чем *Gymnosolen* и некоторые "виды" *Gollenia* – *C. ferrata* и др." (Маслов, 1960, стр. 26). И.К. Королюк (1960) вполне обоснованно предложила вернуться к первоначальному диагнозу этой группы.
2. Коническая форма – *Conophyton* (Маслов, 1938, 1960).
3. Конусовидная форма с широкими конусами – *Conocollenia* (Маслов, 1960).
4. Цилиндрическая и чашеобразная форма – *Gymnosolen* (Люткевич, 1953). Здесь мы видим еще одну попытку трактовки диагноза группы *Gymnosolen* (см. В-7), от которой тоже следует отказаться.

Как видно из диагнозов, для отнесения определяемого строматолита к той или иной группе достаточно видеть в продольном срезе (шлиф, пришлифовка) хотя бы несколько слоев (а может быть, даже один слой) определенной формы. Это требование и определяет минимальный размер образца.

Из этого обзора видно, что один и тот же строматолит может соответствовать одновременно диагнозам нескольких групп в зависимости от подхода того или иного исследователя к систематике. Диагнозы групп в разных классификациях обуславливают их взаимное "перекрывание", особенно среди нескольких вариантов классификации столбчатых строматолитов. Мне представляется более предпочтительным раздел В этой классификации. Однако никто не может запретить тому или иному исследователю пользоваться подходом Д, сужая объем групп, или подходом Е, значительно расширяя эти группы. К тому же отнесение строматолитов к разным группам может определяться не только принципиальным подходом исследователя, но и тем материалом, который он изучает. Небольшие столбики – ответвления у *Tungussia Semikh.* (Г-2) могут быть определены как *Baicalia* Kryl. (В-2), а фрагменты столбиков *Baicalia* – как *Collumacollenia* Korol. (Е-1) или *Planocollina* Korol. (Е-2). Необходимо только строго выдерживать требования к материалу. Так, полноценное определение групп из раздела В требует точного знания морфологии по-

стройки (графическое препарирование) и определение байкалий, миньарий или инзерий в единичных срезах (в шлифах) методически недопустимо.

В этом нет никакого противоречия с теми же требованиями Кодекса: соотношение формальных родов *Jacutophyton* – *Conophyton* принципиально очень близко упоминавшемуся выше соотношению формальных родов *Lepidodendron* – *Knorria* (см. рис. 17). Не следует только рассматривать эти неравнозначные, выделенные по разным критериям группы в общем ряду, как это делает Гофманн (Hofmann, 1969a, табл. 16). Только таким совмещением неравнозначных групп можно, по-видимому, объяснить пессимистические выводы, к которым приходит этот исследователь, анализируя составленную им таблицу.

Большинство групп столбчатых строматолитов можно объединять в более крупные подразделения (надгруппы или подтипы), принимая тот или иной признак в качестве ведущего. И.К. Королюк (1960) предлагала выделять надгруппы по характеру бокового ограничения, объединяя в них группы, у которых указывается этот признак (раздел E): 1) без стенки, 2) с однослойной стенкой, 3) с многослойной стенкой и 4) со стенкой, образованной особыми тканями. В какой-то мере эти надгруппы могут быть распространены и на группы, входящие в разделы B, Г и Д.

М.Е. Раабен (1964) и Вл.А. Комар (1966) выделяли подтипы и надгруппы по характеру ветвления. Эта классификация может быть распространена на группы, входящие в разделы B, Г и Д. Попытка включить в эту систему группы из раздела E (*Conophyton*, *Colonnella*) сразу же привела к противоречию, которое решается с явной натяжкой: эти группы выделяются Раабен и Комаром в подтип неветвящихся строматолитов, что противоречит фактам, приводимым в работах этих же авторов. В действительности же эти группы по существу должны рассматриваться в другом разделе, вместе с *Planocolina*, *Linocollenia* и т.п. Вл.А. Комар (1966) разделял строматолиты, входящие в раздел D, еще и по характеру микроструктуры (дифференцированная и недифференцированная).

В моей работе (Крылов, 1963) подтипы у столбчатых строматолитов выделялись по морфологии и особенностям строения столбиков (желваковые, столбчато-желваковые, столбчатые ветвящиеся строматолиты и условно строматолиты группы *Conophyton* и *Collenia frequens*); надгруппы не выделялись.

Эти попытки не исчерпывают всех возможностей классифицирования строматолитов вообще и столбчатых в частности.

Так представляется возможным наметить надгруппы у столбчатых строматолитов по общему облику построек с учетом рельефа боковой поверхности, как это делает Гофманн (Hofmann, 1969a, стр. 18): 1) столбики без обложения, с неровной "козырьковой" поверхностью – *Jurusania* (B-4), *Baicalia* (B-2) и др. – и с поперечноребристой поверхностью и кольцевыми карнизами – *Kussiella* (B-1), *Tenupalusella* (B-19) и др., 2) столбики с ровной гладкой поверхностью – *Minjaria* (B-5), *Gymnosolen* (B-7), *Pseudokussiella* (B-9) и т.п. 2) столбики с бугорчатой поверхностью – *Katavia* (B-6), *Kotuikania* (B-16), *Patomia* (B-13), *Vetella* (B-17) и др.

Можно разделить столбчатые строматолиты и по морфологии столбиков: 1) выдержанная субцилиндрическая форма – *Kussiella* (B-1), *Jurusania* (B-4) и др., 2) столбики непостоянного диаметра, с раздувами и пережимами, клубнеподобные – *Baicalia* (B-2), *Pitella* (B-11), *Linella* (B-12), *Pseudokussiella* (B-9), *Poludia* (B-24) и т.п. (табл. 10). Во всех случаях подобные группировки являются сугубо формальными. Их выделение может помочь уточнению диагнозов различных групп, которые, как справедливо отмечает Х.Гофманн, иногда очень близки один к другому, особенно для строматолитов с бугорчатыми столбиками (Hofmann, 1969a, стр. 42).

Формы (формальные виды) внутри групп выделяются по деталям морфологии слоев, по деталям морфологии столбиков и построек, по особенностям текстуры и структуры слоев. Эти три критерия применяются либо все одно-

Предлагаемая классификация столбчатых строматолитов

Форма столбиков	Боковая поверхность столбиков		
	без облекания (карнизы, козырьки)	с облеканием (гладкая)	
		ровная	бугристая
Выдержанная субцилиндрическая	<i>Kussiella</i> Крылов, 1962	<i>Minjaria</i> Крылов, 1962	<i>Katavia</i> Крылов, 1962
	<i>Iliella</i> Крылов, 1972	<i>Gymnosolen</i> Раабен, 1964	<i>Kotuikania</i> Комар, 1964
	<i>Inzeria</i> Крылов, 1962	<i>Voxonia</i> Комар, 1964	<i>Patomia</i> Крылов, 1967
	<i>Jurusania</i> Крылов, 1962	<i>Anabaria</i> Комар, 1964	<i>Svetliella</i> Шаповалова, 1968
	<i>Pitella</i> Семихатов, 1962	<i>Tunicata</i> Сидоров, 1969 (см. Королюк, Сидоров, 1969а)	<i>Lenia</i> Дольник, 1969
	<i>Aldania</i> Крылов, 1962		
	<i>Eucapsiphora</i> Cloud, Semikhatov, 1969		
	<i>Tenupaluseella</i> Голованов, 1970		
Невыдержанная (клубнеподобная, неправильная)	<i>Baicalia</i> Крылов, 1962	<i>Pseudokussiella</i> Крылов, 1962	<i>Linella</i> Крылов, 1967
	<i>Turuchania</i> Семихатов, 1962	<i>Ilicta</i> Сидоров, 1960	
	<i>Poludia</i> Раабен, 1964		
	<i>Katernia</i> Cloud, Semikhatov, 1969		

временно, либо в сочетаниях по два, либо каждый в отдельности. Обычно исследователи декларируют принцип выделения формальных видов перед началом описательных частей своих работ, но не всегда следят за четкой выдержанностью этого принципа. К тому же в разные годы один и тот же исследователь относился к этим принципам по-разному.

В.П. Маслов в работах 30-х годов при выделении "видов" коллений пользовался всеми тремя критериями, в совокупности и порознь, давая очень подробные диагнозы (Маслов, 1937, 1938, и др.). Позже (1960, стр. 54) он отмечал, что формы должны выделяться на основании микроструктур. Действительно, характеристика микроструктуры является последним словом в "многоступенчатых" названиях строматолитов, приведенных в этой книге. Однако между названием группы и этой микроструктурной характеристикой стоит еще несколько латинских слов, характеризующих и морфологию построек и форму слагающих их слоев.

И.К. Королюк (1960) предложила выделять формы по мелким отличиям характера напластования и по структуре микрослоев. Но при выделении конкретных форм иногда добавляется характеристика формы столбиков (*Collumna-collenia tigris*), а морфология слоев в этом диагнозе не упоминается.

Этими же тремя признаками пользуется при выделении форм М.Е. Раабен (1964): отличительными признаками *Kussiella enigmatica* являются форма слоя и детали морфологии боковой поверхности столбиков, а для *Inzeria djeimi* отмечается морфология столбиков и структура слоев. В более поздней работе (Раабен, 1969) в диагнозах форм упоминается только текстура слоев.

В моих работах (Крылов, 1962, 1963, 1967 и др.) формы у столбчатых строматолитов выделялись по деталям морфологии столбиков, однако в описании приводится подробная характеристика текстуры и структуры слоев, что помогает сравнению со строматолитами, выделяемыми другими авторами. При этом я допускал, что к одной форме (например, *Baicalia baicalica*) могут относиться морфологически близкие постройки, имеющие различную структуру слоев.

М.А. Семихатов (1962, стр. 197) отмечает, что "подразделение групп на формы проходит по строению и текстуре микрослоев, подобно тому, как это делает В.П. Маслов", но в диагнозы форм добавляется иногда также форма слоев (*Baicalia prima*), характер бокового ограничения (*Gymnosolen confragosus*), детали морфологии столбиков (*Baicalia rara*), их размер (*B. ampla* и *Gymnosolen altus*) или характеристика их ветвистости (*Minjaria uralica*).

Вл.А. Комар (1964, стр. 87) в основу выделения форм кладет "микроструктуру слоев и их морфологические особенности", отмечая, что это делается "в большинстве случаев". Однако из девяти описанных им форм морфология слоев упоминается в диагнозах только дважды, а в одном случае (*Gymnosolen furcatus*) добавляется характеристика морфологии столбиков. В следующей работе Вл.А. Комар (1966, стр. 67) отмечает, что формальный вид выделяется "по микроструктуре с учетом морфологических признаков постройки и ее положения в биогерме". Однако из тринадцати описанных в этой работе форм строматолитов морфология столбиков упоминается только в диагнозе *Gymnosolen furcatus*, форма слоя упомянута два раза, а о положении в биогерме тех или иных построек не говорится вообще.

Эти примеры позволяют сделать вывод, что на современной стадии изученности строматолитов трудно проводить выделение видов (форм) по какому-то единственному признаку, и я не уверен, надо ли стремиться к полному единообразию видовых диагнозов, основанных на одном таком признаке. Для пластовых и столбчато-пластовых строматолитов трудно найти какие-либо признаки, кроме формы и структуры слоев; у столбчатых строматолитов к ним могут быть добавлены детали морфологии построек, бокового ограничения и т.д. Не следует, очевидно, заранее устанавливать жесткие и единые для всех типов строматолитов рамки. Мне представляется более важным иметь четкие диагнозы

Микроструктуры, характерные для различных групп и форм строматолитов, по М.А. Семихатову и Вл.А. Комару (Семихатов, 1962; Комар, 1964, 1966; Комар, Семихатов, 1965; Семихатов и др., 1967)

Группа	Форма
<i>Colonnella</i> Ком. – упорядоченная, недифференцированная (1966)	<i>C.cormosa</i> Ком. – линзовидно-сгустковая (1964, 1966) <i>C.lineata</i> Ком. – линейно-струйчатая (1966) <i>C.laminata</i> Ком. – пластинчатая (1964), простая ленточная (1966) <i>C.discreta</i> Ком. – прерывисто-ленточная (1966)
<i>Kussiella</i> Крыл. – пластинчатая (1966)	<i>K.kussiensis</i> Крыл. – пластинчатая (1964), зоннально-пластинчатая (1965, 1966) <i>K.vittata</i> Ком. – выдержанная линзовато-пластинчатая (1966)
<i>Mikrostylus</i> Ком. – волокнисто-инкрустационная (1966)	<i>M.perplexus</i> – спутанная волокнисто-инкрустационная (1966)
<i>Platella</i> Кор. (не указано)	<i>P.protensa</i> Ком. – простейшая пластинчатая (1966)
<i>Buxonia</i> Кор. – сгустковая (1966)	<i>B.lissa</i> Ком. – шестовато-слоистая (1964), шестовато-слоистая и сгустковая (1966) <i>B.grumulosa</i> Ком. – мелкокомковатая (1966), мелко-сгустковая (1970) <i>B.ingilica</i> Ком. et Semikh. – сгустковая (1970) <i>B.allahjunica</i> Ком. et Semikh. – микросгустковая (1967)
<i>Anabaria</i> Ком. (не указано)	<i>A.radialis</i> Ком. – пятистная (1964, 1966) <i>A.divergens</i> Ком. – сгустково-струйчатая (1964, 1966)
<i>Baicalia</i> Крыл.	<i>B.prima</i> Semikh. – простейшая (1962) <i>B.rara</i> Semikh. – ленточно-сгустковая (1962) <i>B.lacera</i> Semikh. – прерывистая линзовидная (1962), линзовидно-штриховатая (1965) <i>B.unca</i> Semikh. – четкая полосчатая (1962) <i>B.ampla</i> Semikh. – неясная прерывистая полосчатая (1962) <i>B.minuta</i> Ком. – петельчатая (1964), пятнисто-петельчатая (1966)
<i>Kotukania</i> Ком. – шестовато-сгустковая (1966)	<i>K.torulosa</i> Ком. – сгустково-шестоватая (1964), тонкая шестовато-сгустковая (1966)
<i>Gymnosolen</i> Steinm.	<i>G.contegosus</i> Semikh. – сгустково-слоистая (1962), пластинчатая с мелкими сгустками (1966) <i>G.altus</i> Semikh. – полосовидная (1962) <i>G.furcatus</i> Ком. – комковато-слоистая (1964, 1966)

групп (формальных родов) и подробные описания форм (формальных видов) при обязательном условии наличия полноценного типового образца, доступного для осмотра и изучения.

Запутанность и противоречивость теоретических основ классификации строматолитов на уровне групп и форм осложняется отсутствием какого-либо единого принципа наименования признаков, в первую очередь – текстурно-структурных. В отношении морфологии столбиков трудностей пока меньше; выражения “мелкобугорчатая” или “гладкая” поверхность, “kozyрек”, “кольцевой карниз”, “соединительный слой-мостик” понимаются большинством исследователей как однозначные термины. С текстурами и структурами положение сложнее. На табл. 11 приведены названия структур и текстур, которые упоминались в работах М.А. Семихатова и Вл.А. Комара, введших эти названия в диагнозы форм. М.Е. Раабен (1969, стр. 36–37) справедливо критикует разноречивость и противоречивость этих наименований и тут же предлагает еще одно название – “глобулярная” (текстура), которая на стр. 75, 83, 85 рассматривается как синоним “комковатой”, а на стр. 86 – как синоним “сгустковой” текстуры. В то же самое время на стр. 86 упоминается “точно-сгустковая” текстура, а на стр. 76 даже “глобулярно-комковатая”. Мне представляется, что подобный пересмотр микроструктурной терминологии мало перспективен. Следует, очевидно, договориться об однозначных определениях основных понятий (сгусток, комок, пятно и т.п.). Единой основой для подобной договоренности могут послужить определения текстур и структур строматолитов, проводившиеся в свое время В.П. Масловым (1953б, 1960, стр. 48–51) и другими исследователями. Следующим шагом должно быть создание самостоятельной независимой формальной классификации строматолитовых текстур и структур. Это – задача недалекого будущего.

Глава III

ПОСТОЯНСТВО И ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИИ СТРОМАТОЛИТОВ. БИОГЕРМНЫЕ РЯДЫ

Некоторые биогермы и биостромы сложены строматолитами одного морфологического типа (например, только пластовыми или только столбчатыми). Чаше же в пределах одного биогерма и биострома можно видеть различные типы построек. В таких случаях в нижней части биогерма наблюдается общая пластовая подушка – основание, от которого отходят ветвистые столбики; в краевых частях биогерма и в его кровле между столбиками обычно появляются общие слой-мостики или пластовые корки, облегающие весь биогерм. Наиболее четко подобное строение видно у биогермов, центральная часть которых сложена постройками *Kussiella kussiensis* Kryl., *Baicalia baicalica* (Masl.), *Patomia ossica* Kryl. и др. Все постройки в пределах таких биогермов имеют однотипный набор текстур и структур слоев, а различные их морфологические разновидности соединены гаммой постепенных переходов.

Столбчатые постройки в таких биогермах и биостромах довольно часто расположены веерообразно – вертикально и субпараллельно друг другу – в центральной части и наклонно – до горизонтальных ответвлений – в краях. Именно из таких центральных участков биогермов и происходит основная часть известных сейчас руководящих форм столбчатых ветвистых строматолитов. Ширина центральной зоны, сложенной столбчатыми постройками, зависит от размеров и формы биогерма: чем более биогерм сплюснут, тем эта зона шире. В биостромах такие участки с субпараллельными столбиками могут тянуться на многие метры, и иногда выходят за пределы даже достаточно крупных обнажений. Лишь внимательное изучение пластов, казалось бы нацело сложенных однотипными и субпараллельными столбиками, позволяет в ряде случаев увидеть и краевые части биостромов (рис. 13). Прослеживая пласт со

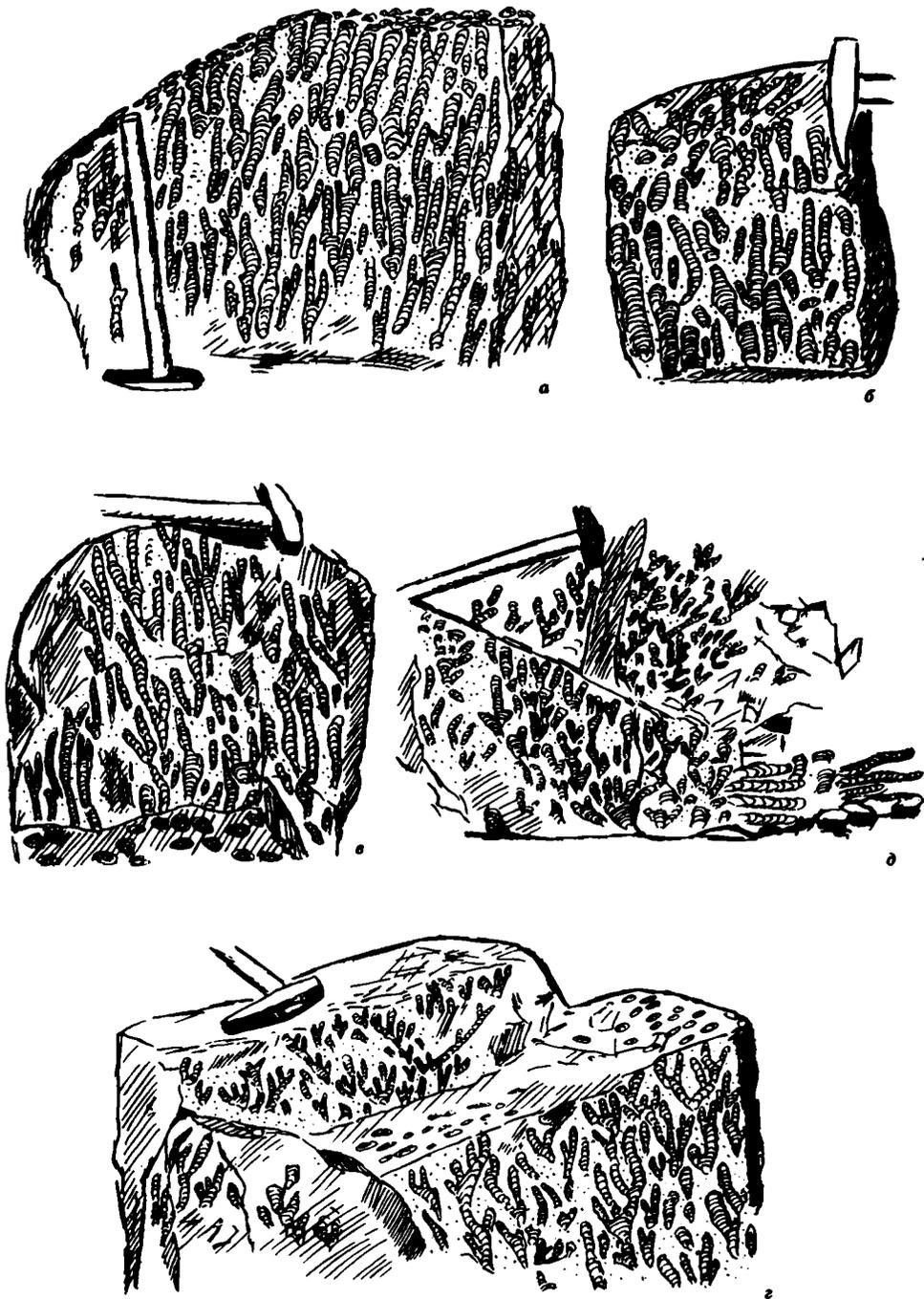


Рис.13. Биостромы с *Gymnosolen ramsayi* Steinm. В краевых частях видны наклонные и горизонтально ориентированные столбики (г,д)

а-д - верхний рифей; п-ов Канин, мыс Зап.Лудоватый

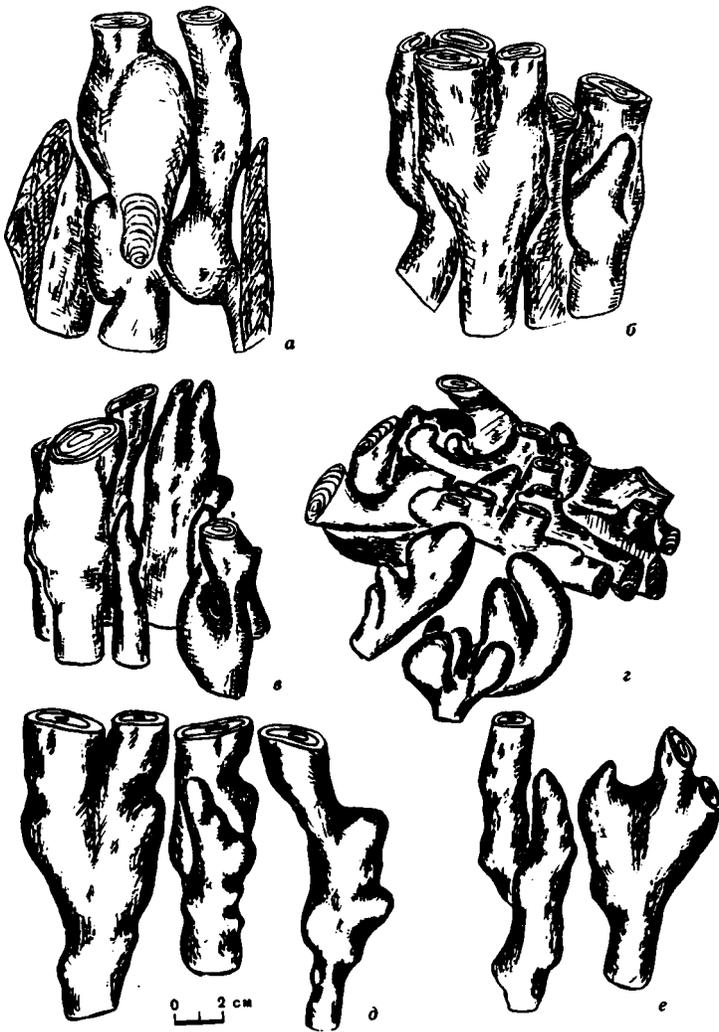


Рис.14. Форма столбиков *Gymnosolen ramsayi* Steinm. и строматолитов, встречающихся совместно с ними

а-е - верхний рифей; п-ов Канин, мыс Зап.Лудоватый

строматолитами по простиранию, мы можем встретить и недоразвившиеся биогермы, вплоть до маленьких желваков или корочек, рост которых прекратился в самом начале их формирования.

Анализ материалов, собранных в течение последних десяти лет по разновозрастным строматолитам из различных регионов, показывает, что во всех таких сложных биогермах мы видим не случайное, а вполне закономерное сочетание определенных морфологических разновидностей строматолитов, имеющих четкие диагностические признаки и легко узнаваемых и определяемых в рамках существующих схем классификации.

Так, в биогермах, сложенных в центральной части столбиками *Gymnosolen ramsayi* Steinm., в краевых частях наблюдаются очень пологие, до горизонтальных, ответвления тунгуссиевого типа и практически отсутствуют столбчато-пластовые и пластовые корковые постройки. Это четко видно и у канинских, и у кильдинских, и у тяньшаньских верхнерифейских гимносолонов. На-

против, в биогермах с *Minjaria uralica* Kryl. крупные "тунгуссоидные" образования редки, зато в краевых частях биогермов наблюдаются широкие зоны столбчато-пластовых и пластовых построек. Излишне говорить о поразительной выдержанности и идентичности сочетаний конофитонов и байкалий в среднерифейских якутофитоновых биогермах Учуро-Майского и Туруханского районов, Енисейского края и Урала. В нижнем рифее вместе с *Kussiella kus-siensi* Kryl. повсюду можно видеть столбчато-пластовые *Omachtenia* и слабо-волнистые пластовые корки в основании и кровле биогермов. В биогермах с *Linella ukka* Kryl. из вендских (юдомских) отложений Южного и Среднего Урала закономерно встречаются крупные *Tungussia bassa* Kryl. и столбчато-пластовые образования прихотливой морфологии.

Таким образом, можно видеть, что при всем разнообразии морфологии строматолитов, входящих в состав единых биогермов, это многообразие сводится к нескольким вполне определенным морфологическим видам, соединенным переходами.

Для большинства биогермов слагающие их постройки можно расположить в виде довольно четкого ряда изменчивости. Такие ряды (назовем их биогермными рядами) объединяют все основные морфологические разновидности построек, взятых из одного биогерма или из однотипных биогермов в пределах одного пласта и имеющих однотипную текстуру (или набор микроструктур) слагающих их слоев. Это – совокупность морфологических модификаций, которые, очевидно, могли иметь строматолиты, образованные определенным, устойчивым комплексом видов (или одним видом?) водорослей-строматолитообразователей. В различных условиях (а различия иногда определялись просто положением в той или иной части биогерма) одни и те же водоросли могли строить различающиеся по форме постройки. И набор таких форм, несмотря на кажущееся безмерное разнообразие, оказывается вполне определенным и не слишком большим.

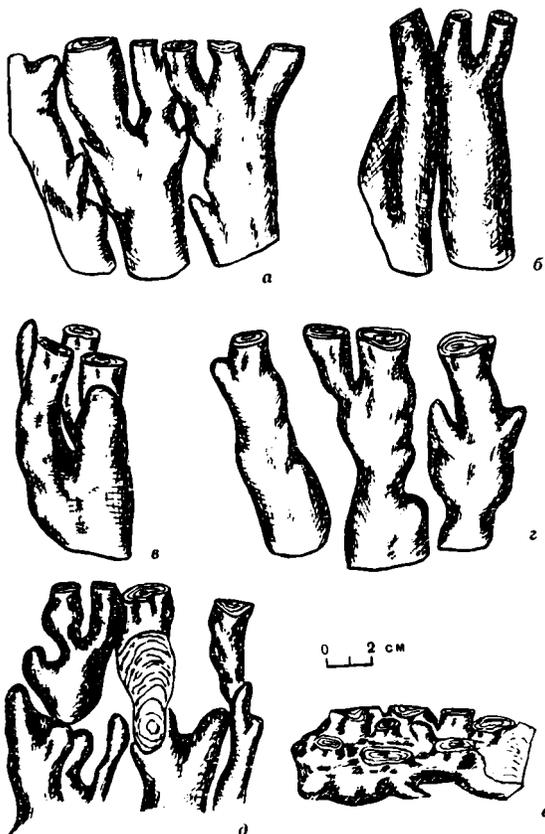
В какой-то мере биогермные ряды можно сравнивать с монотопными рядами, используемыми в палеоботанике (см. Мейен, 1970). Аналогия эта в значительной степени условна. Монотопный ряд – это совокупность морфологически различающихся органов (например, листьев), принадлежащих, по-видимому, одному растению. Биогермный ряд – совокупность форм роста, построек, образованных в результате жизнедеятельности целой колонии или даже сложного, но закономерного ценоза водорослей.

Возникает естественный вопрос: если весь биогермный ряд имеет однотипную текстуру или определенный набор структур, то нельзя ли ограничиться только этими структурами и проводить определение строматолитов в шлифах, не обращая внимания на морфологию построек? Это очень заманчивая перспектива: не надо было бы тратить столько времени и сил на изучение формы построек; а вместо крупных и тяжелых штучков можно было бы собирать небольшие образцы для изготовления прозрачных шлифов.

К сожалению, наборы текстур и микроструктур не всегда имеют достаточно хорошую сохранность и пока недостаточно изучены, чтобы пользоваться только ими, отбрасывая морфологию. Так, упомянутые выше биогермные ряды с *Gymnosolen ramsayi* в Тянь-Шане по морфологическим признакам идентичны таким же рядам с п-ова Канин (рис. 14, 15). Но тяньшанские строматолиты сильно изменены, перекристаллизованы, доломитизированы, окремнены (см. Крылов, 1967, стр. 37, табл. III) и сравнение их с канинскими или кильдинскими гимносоленами и тунгуссиями по текстуре и структуре слоев невозможно. Такую же плохую сохранность имеют и многие образцы *Gymnosolen* Южного Урала. Да и в пределах обнажений с *Gymnosolen ramsayi* на п-ове Канин разные участки биогермов имеют неодинаковую степень сохранности. Эти же замечания могут касаться и большинства других форм строматолитов, относимых к различным группам. Но дело не только в сохранности материала. Главной помехой при

Рис. 15. Форма столбиков *Gymnosolen cf. ramsayi* Steinm. и строматолитов, встречающихся совместно с ними

а-е — верхний рифей, чаткарагайская свита; Тянь-Шань, верховья р.Курган-Шаньк



использовании текстурно-структурных характеристик строматолитов является неразработанность основ их типизации, классификации и терминологии. Даже само понятие "однотипность текстуры", или "идентичность микроструктуры в пределах всей постройки", тоже нуждается в уточнении. Различия структур в разных слоях строматолитовой постройки неоднократно отмечались А.Г. Вологдиным (1962, стр. 155, 159 и др.).

Вл. А. Комар (1966, стр. 61) говорит, что подобные выводы "не могут быть распространены по крайней мере на докембрийские столбчатые строматолиты" и тут же отвечает, что "иногда при беглом просмотре шлифа может возникнуть ложное впечатление и о присутствии нескольких микроструктур в одном строматолите, объяснимое различной степенью их сохранности в связи с неравномерной или зональной их перекристаллизацией". Отсюда можно сделать вывод, что под микроструктурой Вл.А.Комар понимает не все детали и особенности строения строматолитового слоя, а только те из них, которые имеют определенную степень сохранности и не испытали неравномерной или зональной перекристаллизации. Значит, объективно мы будем наблюдать в различных участках шлифа неодинаковую структуру, а интерпретация этих отличий остается личным делом исследователя, поскольку критериев для определения степени сохранности пока не установлено.

Поэтому на современной стадии изучения строматолитов невозможно опираться только на их текстурно-структурные характеристики, отбрасывая морфологию построек. Установление биогермных рядов позволяет проводить сравнение строматолитов более уверенно и дает возможность еще более точного и уверенного сопоставления толщ, так как мы сможем опираться не только на отдельные постройки, но и на их закономерные сочетания.

Составление биогермного ряда предусматривает изучение биогермов каждого слоя в поле с возможной (по условиям обнаженности) степенью детальности, фотографирование и зарисовки, отбор образцов с точным указанием положения каждого взятого штуфа в биогерме, изучение морфологии построек (ведущим методом здесь, очевидно, останется графическое препарирование), характеристики бокового ограничения столбиков, формы, текстуры и структуры строматолитовых слоев. Подробное описание биогермных рядов не входит в задачи предлагаемой работы, хотя мне представляется полезным привести данные о различных морфологических разновидностях строматолитов, встре-

Биогермные ряды

Таблица 12

Основные формы	<i>Gymnosolen</i>	<i>Kussiella</i>	<i>Minjaria</i>	<i>Inzeria</i>	<i>Jurusania</i>	<i>Linella</i>	<i>Patomia</i>	<i>Conophyton</i>	<i>Baicalia</i>	<i>Tungussia</i>	<i>Pseudokussiella</i>	<i>Ilicta</i>	<i>Voxonia</i>	Столбчатого-пластовые постройки	Пластовые постройки	Желваковые постройки
<i>Kussiella kussiensis</i> (Masl.) Kryl.		■	?		▨				■	▨		▨		▨	▨	▨
<i>Baicalia baicalica</i> (Masl.) Kryl.									■	▨				▨	▨	▨
<i>Jacutophyton ramosum</i> Schap.	?		?					■		▨			?	▨		▨
<i>Inzeria tjomusi</i> Kryl.			▨	■	▨			▨	▨			▨		▨	?	▨
<i>Jurusania cylindrica</i> Kryl.		▨	▨		■									▨	▨	?
<i>Gymnosolen ramsayi</i> Steinm.	■		▨				▨	▨		▨	▨					▨
<i>Minjaria uralica</i> Kryl.	▨		■						?	▨	▨		▨	▨		▨
<i>Linella ukka</i> Kryl.	▨					■			▨	▨	▨			▨		▨
<i>Patomia ossica</i> Kryl.	▨						■		▨					▨	▨	▨
<i>Ilicta composita</i> Sid.	▨		▨	▨					▨	▨			▨	▨		?

- преобладает
- ▨ встречается часто
- ▨ встречается редко
- ? присутствие возможно
- не встречено

чающихся в наблюдавшихся мной биогермах вместе с наиболее известными формами столбчатых ветвящихся строматолитов (табл. 12).

Биогермные ряды дают возможность подхода к выяснению естественных соотношений между строматолитами, относящимися к одним и тем же или к различным формальным родам и видам. Так, некоторые постройки *Minjaria italica* Kryl. морфологически сходны с некоторыми постройками *Gymnosolen ramsayi* Steinm. Здесь мы видим сближение (или пересечение) двух различных биогермных рядов, другие члены которых значительно отличаются друг от друга. Постройки *Tungussia bassa* Kryl., входящей в биогермный ряд *Linella ukka* Kryl., похожи на некоторые тунгуссоидные формы из биогермов с *Gymnosolen* с о-ва Кильдин. Здесь наблюдается случай сближения краевых частей двух различных биогермных рядов, центральные части которых резко отличаются один от другого.

И тем острее становятся номенклатурные проблемы. Как называть постройки, составляющие биогермный ряд? Миньярии, гимносолены, юризани, куссиолы и большинство других руководящих форм отвечают постройкам из центральных частей биогермов или биостромов, краевые части которых с полным основанием могут быть определены как тунгуссии, пармитесы или стратиферы, причем закономерные сочетания таких форм выявляются в одновозрастных отложениях в разрезах, отстоящих друг от друга на многие тысячи километров. Впрочем, если биогерм недоразвит или его рост происходил в своеобразной обстановке, эти закономерности могли проявиться и не так четко. На рис. 11 изображены биогермы столбчатых резко асимметричных строматолитов. Их наклон и форма определялись, очевидно, просто условиями роста: что-то мешало водорослям распространяться во все стороны, и весь "куст" оказался наклоненным в определенном направлении. Но так или иначе, биогермный ряд включает в себя несколько разнотипных построек, которые могут и должны (если принимать любую из существующих формальных классификаций строматолитов) иметь различные наименования.

Именно эта проблема наименования морфологически отличающихся частей единой строматолитовой постройки была причиной большинства кризисов, через которые регулярно проходили исследователи, изучавшие строматолиты. Если проследить эволюцию взглядов различных исследователей в разные годы их работы, можно отчетливо видеть несколько определенных этапов.

В ранних статьях они уверенно и увлеченно говорят о четкости и выдержанности морфологии строматолитовых построек, приводят изображения абсолютно идентичных форм из одновозрастных отложений, районов, удаленных друг от друга на сотни и тысячи километров, спокойно дают таким формам латинские бинарные наименования и сопоставляют по ним толщи по крайней мере в пределах значительных по площади районов или целых регионов. Это делают и В.П. Маслов в 30-х годах, и А.Г. Вологдин в те же годы и немного позже, и Р. Резак в 50-х годах, и французские и бельгийские исследователи африканских докембрийских строматолитов в конце 40-х годов.

Десятилетия, прошедшие со времени опубликования этих работ, показывают, что авторы их были в большинстве случаев совершенно правы в своих выводах. Но как это ни парадоксально, признание правильности этих работ приходит тогда, когда сами авторы по существу отрекаются от своих собственных выводов. И В.П. Маслов, и А.Г. Вологдин, и Р. Резак в последние годы начинают говорить о большой изменчивости, невыдержанности признаков у строматолитов, о решающем влиянии фациальных условий и о невозможности применения к строматолитам бинарной номенклатуры.

Кризис во взглядах исследователей строматолитов закономерно наступает на той стадии, когда от описания отдельных образцов штуфов они переходят к изучению строматолитовых биогермов и биостромов в целом.

Увидев, что форма изменчива, и проследив последовательные переходы столбчатых "криптозоонов" в пластовые постройки, куполообразных "коллений" в конические "конофитоны" и т.п., исследователи начинали успокаивать себя

тем, что это случайность, отклонение, частный случай, что-то вроде уродства. Но когда эта шаткая надежда рушилась под избытком фактов, они постепенно склонялись к мысли, что морфология построек вообще значения не имеет и в лучшем случае можно использовать только микроструктуры, причем не все, а только несомненно водорослевые (А.Г. Вологдин) или вообще отказаться от попыток рассматривать строматолиты как настоящий палеонтологический материал и классифицировать их как своеобразные текстуры карбонатных пород (В.П. Маслов, Р. Резак). Все это в сочетании с отказом от бинарной номенклатуры, выделения голотипов, принципа приоритета и т.п. — делало практически невозможным использование строматолитов для стратиграфии. Авторы забыли свои же собственные утверждения о том, что в разновозрастных отложениях можно встретить абсолютно одинаковые строматолиты на расстоянии в тысячи километров, и о том, что в разновозрастных отложениях содержатся неповторяющиеся строматолитовые комплексы.

Новые исследователи с энтузиазмом подхватывают идеи ранних работ своих предшественников, делают на новом уровне интересные сопоставления и обобщения и потихоньку начинают отказываться от использования морфологических характеристик построек в качестве диагностических признаков. Начало подобного кризиса довольно четко видно, в частности, в последних работах М.А. Семихатова, Вл.А. Комара и С.Н. Серебрякова (1967, 1970) по строматолитам юдомского комплекса. В диагнозах и описаниях еще упоминается и форма столбиков, и ветвление, и боковое ограничение, но среди иллюстраций (в том числе и для новых столбчатых форм, выделяемых авторами) нет ни одной реконструкции постройки.

В отличие от них в последней большой работе М.Е. Раабен (1969) о строматолитах верхнего рифея отражен чуть более ранний этап кризиса. Как известно, М.Е. Раабен (1964) предложила выделять среди столбчатых строматолитов неветвящиеся (*Conophytonida*), ветвящиеся с субпараллельными столбиками (*Gymnosolenida*) и ветвящиеся с непараллельными столбиками (*Tungussiaida*). Первые же описания конкретных биогермов показали, что в краевых частях практически любого гимносоленового биогерма имеются "непараллельно-ветвистые" тунгуссиды, а среднерифейские отложения буквально переполнены постройками *Jacutophyton*, где закономерно сочетаются "неветвящиеся" конофитоны с разнообразными ветвистыми байкалиями. Эти материалы неоднократно докладывались и публиковались, и поэтому в своей последней работе о верхнерифейских строматолитах М.Е. Раабен (1969, стр. 42–53) посвящает вопросам строения строматолитовых биогермов специальную главу.

По мнению М.Е. Раабен, все случаи совместного нахождения (с постепенными переходами) разных по морфологии построек в пределах одного биогерма являются совершенно не типичными. "Анализ имеющегося все еще довольно ограниченного материала по биогермам рифейских строматолитов показывает, 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 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" (Раабен, 1969, стр. 43). Однако далее подробно описывается, что такие случаи действительно бывают в биогермах с *Baicalia*, *Tungussia*, *Parmites*, *Anabaria*, *Conophyton* и других, что связано, возможно, с различием в комплексах водорослей-строматолитообразователей, живших в разных частях водорослевой дерювинки, строившей строматолит.

Противоречивыми являются и практические рекомендации относительно того, как называть эти морфологически различные постройки из одного биогерма. На стр. 48 цитируемой работы отмечается совместное присутствие в биогермах *Conophyton* и "ветвящихся колонок иного строения". Эти постройки, по



Рис.16. Биогермы строматолитов (а,б) из формации Сайе серии Белт, США и разновидности (ecads) строматолитов *Collenia frequens* Walc. (в-е) из серии Белт, США, по К. и М.Фентонам (С.L.Fenton, М.А.Fenton, 1937)

в - колонии тесно сближены; г - начальная стадия роста биогермов, менее сближенных друг с другом; д - обособленные колонии, которые росли на открытых местах; е - верхняя поверхность биостромов и биогермов

представлениям М.Е. Раабен, относятся не только к разным группам и видам, но и к разным подтипам. На следующей же странице говорится: "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." Ну, а как же все-таки поступать в таких случаях? Ответа на этот вопрос М.Е.Раабен не дает.

Проблема наименования различных частей биогерма, отличающихся по морфологии, впервые обсуждается в работах Фентонов (С.L. Fenton, М. А. Fenton,

1931, 1933, 1936, 1937, 1938, 1939). Описывая биогерм, содержащий в центральной части типичные *Collenia frequens* Walc., авторы показали, что кроме этих столбчатых построек с куполоподобно изогнутыми слоями в биогерме есть и пластовые строматолиты, и столбики, сложенные коническими слоями, постепенно переходящими в куполоподобные слои (рис. 16). Постройки из основания, кровли и из боковых частей биогерма значительно отличаются от типичных *Collenia frequens* и больше похожи на строматолиты, описанные в литературе как *Collenia compacta* Walc., *Collenia columnaris* Fent. et Fent., *Collenia symmetrica* Fent. et Fent. В биогермах с *Collenia willisii* (C.L.Fenton, M.A.Fenton, 1937, стр. 1945) постройки из кровли отвечают диагнозу *Collenia undosa* Walc. Авторы отчетливо представляли себе трудности, которые возникают при определении таких форм, и нашли довольно своеобразный способ их решения. Если все эти морфологические различия видны в заведомо едином биогерме, в котором есть типичные *Collenia frequens*, то они описываются как экологические разновидности (ecads) этой формы. Если же подобные формы были встречены отдельно, в виде разобнесенных штуфов, они могли быть определены как *Collenia columnaris* и *Collenia symmetrica*.

Р. Резак (Rezак, 1954, 1957), описывавший те же строматолиты и приводящий в своей работе изображение того же самого биогерма, попросту обходит молчанием этот спорный вопрос. Сохраняя название *Collenia frequens* для столбиков, сложенных куполоподобными слоями, он выделяет разновидности с конически изогнутыми слоями в самостоятельную форму *Conophyton inclinatum*, не упоминая о том, что эти конофитоны и коллении связаны постепенными переходами и описывались предшествующими исследователями как один формальный вид.

В классификации, предложенной Б. Логаном, Р. Резаком и Р. Гинзбургом (Logan a.o., 1962, 1964), постепенные переходы столбчатых строматолитов (тип SH) в пластовые (тип LLH) в пределах одной постройки рассматриваются как самое обычное и широко распространенное явление, и обозначения SH→LLH→SH обычны для всех работ, где пользуются этой классификацией.

Изучение рифейских строматолитов Урала (Крылов, 1959а, 1963), Сибири и Средней Азии (Крылов, 1965, 1967; Шاپовалова, 1965; Шенфиль, 1965а; Мирошников, 1965; и др.) показало, что во многих биогермах столбчатые строматолиты закономерно сочетаются с пластовыми, в частности, пластовые и столбчато-пластовые постройки обычны в основании, кровле и краевых частях многих биогермов. Подтвердились отмечавшиеся Фентонами данные о переходе "коллений" в "конофитоны" в пределах одной постройки, выяснилось наличие закономерных сочетаний в биогерме конофитонов и ответвлений иного типа, что привело к выделению новой группы *Jacutophyton*, были намечены общие закономерности изменчивости столбчатых строматолитов в биогермах: веерообразная их ориентировка от вертикальных в центре до пологонаклонных горизонтальных ответвлений в краевых частях и др. Большое значение для понимания этих особенностей имел Первый всесоюзный симпозиум по палеонтологии верхнего докембрия и раннего кембрия, организованный осенью 1965 г. в Новосибирске, где были доложены и детально обсуждены все эти факты.

Эти наблюдения заставили исследователей снова пересмотреть отношение к значению морфологических признаков строматолитов. По мнению О.А. Вотаха и В.М. Чайки (1962, стр. 155), подобные факты "свидетельствуют о том, что формам строматолитов не свойственна устойчивость видов и неповторяемость во времени", и наводят на мысль, "что многообразие внешних форм строматолитов не имеет палеонтологической природы". По существу с ними солидарен А.Е. Мирошников (1965, стр.30), высказывающий сомнения в выводах "о зависимости эволюции форм строматолитов от эволюции водорослей". В более осторожной форме ту же мысль высказывает В.Ю. Шенфиль (1965а, стр. 26-27): "Форма строматолитовых столбиков считается одним из главных критериев... С этим можно согласиться, но необходимо учитывать, что

мелькие изменения формы возникают под влиянием фациальных причин... Более важной и зависящей, по-видимому, только от видового состава водорослей-строматолитообразователей является форма арок... Не случайно конофитоны являются одной из наиболее определенных руководящих групп строматолитов". Заметим, что страницей раньше В.Ю. Шенфиль отмечает, что конофитоны "начинают свое развитие со стратиферы". Как выйти из этого противоречия, В.Ю. Шенфиль не говорит.

Некоторые исследователи, столкнувшись с подобными сложностями, принимали отмечавшийся выше подход Фентонов, когда все совместно встреченные в биогерме формы получают одно название и рассматриваются как экологические разновидности. Четче всего этот принцип сформулирован Вл.А. Комаром и М.А. Семихатовым (1968; Семихатов и др., 1970, стр. 159): "Единство микроструктуры в биогерме служит для нас основным аргументом для отнесения всех присутствующих в этом биогерме построек к одному формальному виду. Типичной формой постройки считается при этом та, которая наблюдается в центральной части биогерма, а развитие по его периферии иначе ориентированных, более сложно или более просто ветвящихся столбиков расценивается как результат экологической изменчивости. При таком подходе резко повышается значение характера микроструктуры как одного из ведущих диагностических признаков". Однако новой классификации, основанной на ведущем значении микроструктуры, предложено не было. Не было проведено и ревизии предшествующих классификаций с обязательным переизучением типовых образцов. Авторы пользуются старыми наименованиями групп (*Boxonia*, *Linella*, *Jurgusania*), понимая их, очевидно, по-своему.

Принцип, предложенный Фентонами, сначала казался и мне вполне приемлемым (Крылов, 1965, стр. 17), но первые же попытки применить его при описании рифейских и кембрийских строматолитов Урала и Тянь-Шаня (Крылов, 1967) заставили отказаться от этого пути. Произвольное изменение диагнозов групп и их безграничное расширение по существу означает полный отказ от использования морфологических признаков для классификации. Строгое применение принципов МКБН представляется мне более верным.

Имеется по меньшей мере три варианта решения этой проблемы.

Один путь решения проблемы без изменения существующих принципов классификации предложила Т.А. Дольник (1969). Она обнаружила в Прибайкалье строматолиты, отвечающие (по структуре) формам *Compactocollenia sarmensis* Kor. и *Boxonia grumulosa* Kom., но по морфологии (соответственно) группам *Stratifera* Korol. и *Dgerbia* Doln. И обе эти формы были названы *Stratifera sarmensis* и *Dgerbia grumulosa*. Это решение вопроса представляется мне вполне допустимым, хотя, может быть, излишне формальным.

Второй путь предлагал в одном из докладов С.В. Нужнов. Можно изменить условия нашей договоренности и сделать микроструктуру признаком более высокого ранга, чем морфология построек. Если в биогерме была определена *Tungussia confusa* Semikh., но оказалось, допустим, что, кроме того, там есть еще и *Minjaria*, и *Stratifera*, имеющие ту же структуру слоев, можно "вывернуть" названия, выделив группу (формальный род) *Confusa* и сделав бывшие "роды" - видами (*Confusa tungussia*, *Confusa minjaria*, *Confusa stratifera* и т.п.). Простота такого решения только кажущаяся. Сложности и противоречия, наблюдаемые в соотношении "морфология-структура", вряд ли исчезнут только от того, что мы поменяем эти понятия местами и будем говорить о соотношении "структура-морфология". К тому же сохранность текстур и структур зависит от процессов перекристаллизации, метаморфизма и т.п. Мы можем сейчас достаточно уверенно определять группы строматолитов и намечать возрастные сопоставления даже в том случае, если структура сохранилась плохо. Названия *Stratifera* sp., *Minjaria* sp., *Gymnosolen* sp. и т.п. - обычны для работ по стратиграфии древних толщ. При "вывернутых" названиях мы будем знать видовые названия, но не будем знать родовых. Положение будет ничуть не лучше теперешнего.

Наиболее предпочтительным (если не единственно возможным) на современном этапе выходом может быть сохранение существующей формальной классификации с выделением групп (формальных родов) по комплексу морфологических признаков независимо от микроструктуры и текстуры слагающих их слоев. При этом мы заранее должны допустить, что разные члены одного биогермного ряда могут при таком подходе попасть в разные морфологические типы и группы и, напротив, некоторые группы (например, *Tungussia*, *Stratifera*, *Poludia*) будут объединять формы из заведомо различных биогермных рядов.

Мне представляется, что такое решение проблемы позволит нам сохранить и развить все те достижения, которые получены в результате многолетних исследований строматолитов. Мы и раньше знали, что выделяемые нами подразделения являются формальными, морфологическими. Поэтому нет необходимости отказываться от прежнего принципа выделения типов: столбчатые и пластовые строматолиты действительно четко отличаются один от другого и вполне заслуживают выделения в самостоятельные таксоны. Точно так же вполне четкими и самостоятельными морфологическими группами являются конофитоны и коллумаколлени, байкалии и гимносолены, тунгуссии и якутофитоны. Когда мы встречали их поврозь, ни у кого не появлялось сомнений в правомерности существования этих групп. Теперь мы узнали их взаимоотношения. Тем лучше, появились дополнительные критерии сопоставления: не только группы и формы сами по себе, но и их закономерное сочетание в биогермных рядах.

Таким образом, из одного биогерма могут быть определены *Linella ukka* Kryl. и *Tungussia bassa* Kryl., из другого – *Minjaria uralica* Kryl., *Pseudokussiella aii* Kryl. и, возможно, *Tungussia confusa* Semikh. Разные участки заведомо одного биогерма могут быть отнесены к группам *Kussiella*, *Omachtenia* и *Stratifera*.

Разумеется, это не означает, что, встретив полный и хорошо развитый биогерм, мы должны давать все возможные названия всем его частям и фрагментам. Определение *Jacutophyton ramosum* исключает надобность в дополнительном определении *Conophyton cylindricum* и *Baicalia* или *Collumna-collenia*, однако о наличии *Tungussia* или *Stratifera* (если они имеются) в описании биогерма сказать нужно.

К сожалению, мы не можем пока давать всем формам из единого биогермного ряда одно общее название. Может быть, в будущем, когда все биогермные ряды будут полностью изучены и детально описаны, такая возможность появится. Но пока мы пользуемся формальными классификациями, основанными на морфологических признаках, мы обязаны учитывать, что крайние постройки различных рядов могут быть гораздо ближе (до полной идентичности) друг к другу, чем различные постройки, входящие в один ряд. К тому же не все биогермы полностью развиты. Так, в дашкинской свите Енисейского края можно видеть биогермы (из них М.А. Семихатов определял *Gymnosolen confragosus*), меняющиеся в одном и том же пласте при сохранении одной и той же текстуры от полно развитых рифообразных тел размером в несколько метров до желвачков размером в кулак или даже в грецкий орех. Разумеется, мы не можем этот желвачок назвать гимносоленом.

Принимая этот принцип и признавая требования и положения Международного кодекса ботанической номенклатуры, нужно быть, очевидно, более строгим в соблюдении условий, предложенных и принятых нами же самими. Так, необходимо следить, чтобы признаки описываемой формы действительно отвечали диагнозу, чтобы к столбчатым строматолитам действительно относились постройки, имеющие вид столбиков, а к параллельноветвистым – постройки с параллельными ответвлениями. Казалось бы, что это само собой разумеется. К сожалению, можно привести примеры нарушений этих очевидных истин. Относя строматолиты группы *Conophyton* к столбчатым неветвящимся стро-

матолитам, Вл.А.Комар, М.Е.Раабен, М.А.Семихатов (1965а) описывают в составе этой группы явно пластовую постройку (стр. 44, рис. 16) и особо отмечают у *Con. miloradovici* наличие ответвлений (стр. 47), уклончиво именуя их "дополнительными колонками". Подобные примеры, к сожалению, не единственные.

Особой проблемой являются описания и определения, сделанные по материалам, недостаточно представительным. Иногда сам характер материала (кern скважин, образцы, присылаемые геологами-съемщиками) не дает возможности выявить все признаки, необходимые для точного отнесения строматолита к той или иной группе. В то же время некоторые признаки (микроструктура, наличие участков столбиков с ясно заметной формой слоев или боковым ограничением) позволяют "узнать" этот строматолит и сделать по нему достаточно определенные стратиграфические выводы и сопоставления. Наиболее часто в таких случаях исследователи дают определяемому строматолиту бинарное наименование, иногда даже не отмечая его условность. Особенно смело и часто делает подобные определения Н.П.Голованов (1967; Голованов, Злобин, 1966; и др.).

Такой путь кажется мне рискованным. Определение группы должно проводиться только по реально наблюдаемым признакам. Наличие нескольких параллельных классификаций, учитывающих различные наборы признаков, допускают достаточно четкое определение подобных образцов.

Так, фрагмент столбчатого строматолита с нервным боковым ограничением и выпуклыми арками может быть без всякой натяжки отнесен к группе *Columnacollenia* Korol. (E-1), а строматолит с уплощенной аркой - к группе *Planocollina* Korol. (E-2). Это будет гораздо правильнее, чем бездоказательное отнесение его (пусть даже с оговорками) к группам *Minjaria* (B-5), *Baicalia* (B-2), *Tungussia* (Г-2) и т.п. Наконец, фрагменты построек, где видна только микроструктура, вполне можно классифицировать по специально составленной структурно-текстурной классификации, приняв за ее основу классификации текстур и структур, предлагавшиеся В.П.Масловым, А.Г.Вологдиным, П.С.Краснопеевой, И.К.Королюк и другими исследователями.

Таким образом, в зависимости от того, какой фрагмент постройки попал в изучаемый образец или просто в зависимости от размеров штуфа, заведомо один и тот же строматолит может иметь различные наименования. Лучше всего показать это на примере строматолита из группы *Jacutophyton* Schar. (рис. 17). Это название может быть дано только в том случае, если мы видим в штуфе или в обнажении конофитоновый осевой столбик и четкие ответвления, имеющие вполне определенную форму и структуру слоев. Отдельные фрагменты осевого столбика могут быть определены только как *Conophyton*, а ответвления - как *Baicalia*. Назвать *Conophyton* якутофитоном нельзя, поскольку описаны случаи, когда конофитоновый столбик не имеет ответвлений. Более того, диагноз группы *Conophyton* в обеих трактовках (Л-2) и (E-3) противоречит отнесению столбиков-ответвлений к этой группе. Точно так же *Baicalia* может встречаться отдельно от *Conophyton*.

Если фрагмент ответвляющегося столбика настолько мал, что мы не можем видеть признаков, достаточных для определения *Baicalia* (клубнеподобная форма, бугристая поверхность, пережим в основании), то его можно отнести к группе *Columnacollenia* Korol. И, наконец, если не видны даже контуры столбиков, то фрагмент осевого столбика может быть сравнен, допустим, с группой *Granifer* Vol., а фрагмент ответвляющегося столбика - с группами *Lamellophycus* Vol., *Lermontovaephyucus* Vol. и т.п. Правда, в последнем случае возникают значительные трудности, поскольку диагнозы групп, выделенных А.Г.Вологдиным, основаны скорее на представлениях этого автора о способе роста данной водоросли, чем на реально наблюдаемых структурных особенностях строматолитового слоя.

Таким образом, отнесение строматолита к той или иной морфологической группе должно проводиться в соответствии с принципом, принимаемым исследователем.

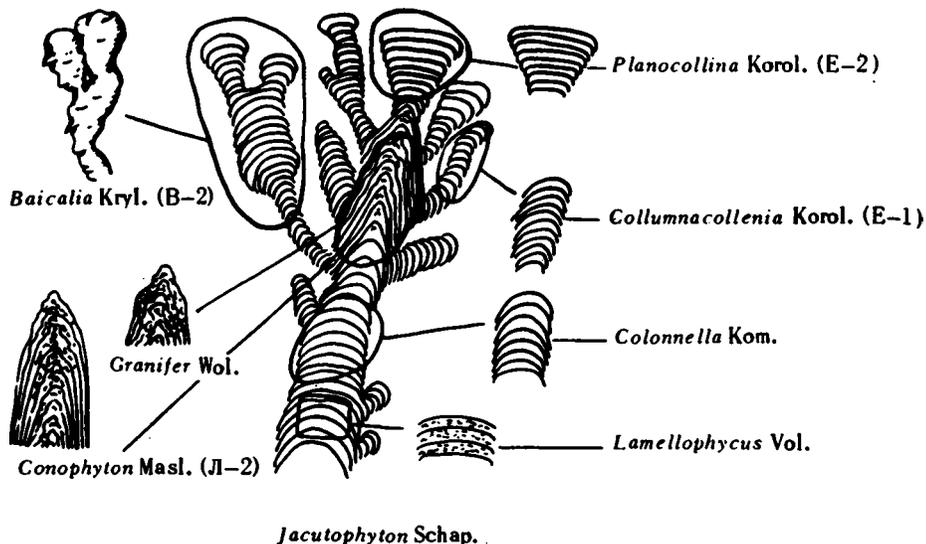


Рис.17. Возможные определения фрагментов постройки *Jacutophyton* в различных классификациях

дователем, на основании реально наблюдаемых в образце признаков. При определении вида (формы) строматолита его необходимо сравнивать с голотипом по всей совокупности признаков, в том числе и по микроструктуре, как это и делалось до сих пор большинством исследователей.

Разработка формальных классификаций строматолитов не является, разумеется, конечной и самостоятельной целью исследований. Но это – необходимый этап изучения этих органических остатков. Его необходимость обуславливается в первую очередь практическими требованиями, необходимостью однозначно понимать и однозначно называть образования, используемые для определения возраста и корреляции содержащих их осадочных толщ.

Глава IV

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СТРОМАТОЛИТОВ

Вопросы методики изучения строматолитов неотделимы от всего комплекса проблем, связанных с этими образованиями – выяснения их природы, классификации и т.п. Поэтому в предлагаемом разделе помимо комплекса технических приемов, связанных со сбором и обработкой фактического материала, следует рассмотреть и такие проблемы, как степень детальности изучения, номенклатурные процедуры и способы подачи результатов исследований.

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Естественно, что сбор строматолитов обязательно должен сопровождаться тщательной привязкой к разрезу и что их описание должно сочетаться с детальным изучением вмещающих пород.

Идеальным результатом полевых исследований строматолитов было бы полное прослеживание на площади (и по простираанию, и в крест простираания) всего комплекса строматолитовых образований данного слоя и вмещающих их пород. Эти данные лучше всего ответили бы на вопросы о фациальной приуроченности строматолитов, о зависимости морфологии построек от внешних ус-

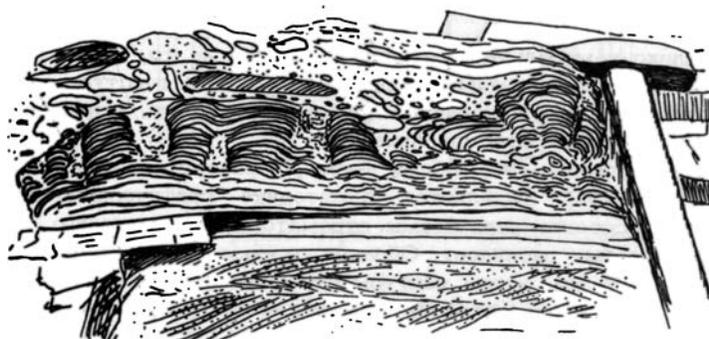


Рис. 18. Полевые фотографии (а) и схематические прорисовки (б) строматолитовых построек. Нижний ордовик; р.Лена у дер. Старые Дворы (район г.Киренск)

ловий (таких, как принос осадка, направление течений и п.). Но пока таких работ с достаточной детальностью провести не удалось. Даже в хорошо обнаженных и практически не дислоцированных толщах со строматолитами (например, в рифейских толщах р. Котуйкан на Анабарском массиве) в лучшем случае удается проследивать пласт по простираению на несколько десятков или сотен метров. Впрочем, даже подобное описание таких многометровых обнажений пока остается лишь добрым пожеланием на будущее.

Раздел этой работы, посвященный строению биогермов и биогермных рядов, показывает, как необходимо детальное изучение в обнажениях строения биогермов и биостромов. Лучше всего их строение видно в вертикальных обрывах и стенках на берегах рек или в приливной зоне морского побережья (например, на р. Лене, на о. Кильдин и на п-ове Канин, см. рис. 4, 10, 13 и др.). Наилучшие результаты дают схематические полевые зарисовки биогермов в сочетании с большим количеством фотографий. На зарисовках следует указать положение взятых образцов и контуры фотоснимков. С фотонегативов печатаются крупные (например, 24 × 30 см) отпечатки, а по ним, накладывая прозрачную пленку или кальку, можно делать схематические или детальные зарисовки строения биогермов (рис. 18). Именно так сделано большинство графических изображений биогермов, приведенных в этой работе.

Однажды для сравнения я попробовал сделать в поле не схематическую, а достаточно точную зарисовку. Для этого мы выбрали хорошо обнаженный и четко видный биогерм, наложили на него кальку и скопировали контуры постройки. Именно так и получен рис. 4 предлагаемой работы. Эта зарисовка заняла у меня с коллектором почти целый день. Одновременно я сделал фотоснимок, а по нему рисунок, на что потребовалось не больше часа. Оба изображения совпали до мельчайших деталей. К тому же при зарисовке довольно протяженных пластов непосредственное копирование встречает массу чисто технических трудностей; изготовление же панорамы по нескольким фотографиям предельно просто. Подобные панорамы можно видеть на рис. 27, в и др.

Для определения строматолита на современной стадии исследования обычно бывает достаточно штупа, в котором заключены два-три столбика с участками разветвлений. Если столбики мелкие, образец может быть меньше, если крупные – побольше. Чаще всего образцы имеют форму кубика со стороной до 15–20 см. Более крупные глыбы неудобны и при транспортировке, и при обработке. Их все равно приходится разделять (чаще всего – раскалывать) на более мелкие куски, и лучше это делать в поле, где всегда можно подобрать новый образец, если глыба расколется неудачно.

КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА

Весь комплекс камеральных методик направлен на то, чтобы с максимальной точностью и полнотой выявить морфологические и текстурные особенности изучаемых строматолитов и наглядно продемонстрировать эти признаки для сопоставления с другими строматолитами.

Морфология постройки (т.е. общая форма, характер ветвистости, боковая поверхность столбиков) выделяется по методике "графического препарирования" – точного восстановления формы строматолитов с помощью большого количества параллельных распилов. Образец разрезается на параллельные пластинки толщиной 5–7 мм, затем контуры строматолитовых построек на каждой поверхности распила переносятся на кальку или на прозрачную пленку и в виде объемной блок-диаграммы восстанавливается форма столбиков внутри породы. Строматолитовые столбики как бы графически освобождаются от вмещающей породы (рис. 19, 20). Методика эта достаточно детально описана (Крылов, 1959б, 1963, стр. 17–20), получила широкое распространение и у нас в стране, и за рубежом (Bertrand-Sarfati, 1968а,б, 1969; Glaessner

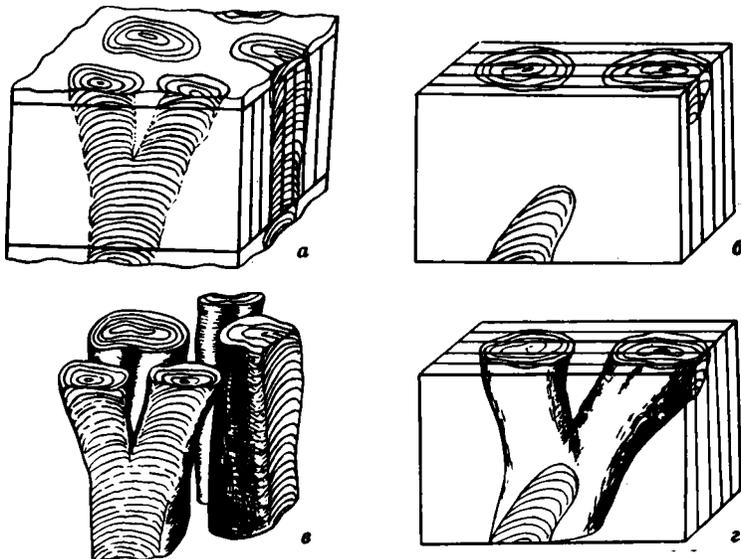


Рис.19. Восстановление формы строматолитовых столбиков с помощью "графического препарирования"

а,б - схема распилки образцов; в,г - восстановленная форма столбиков

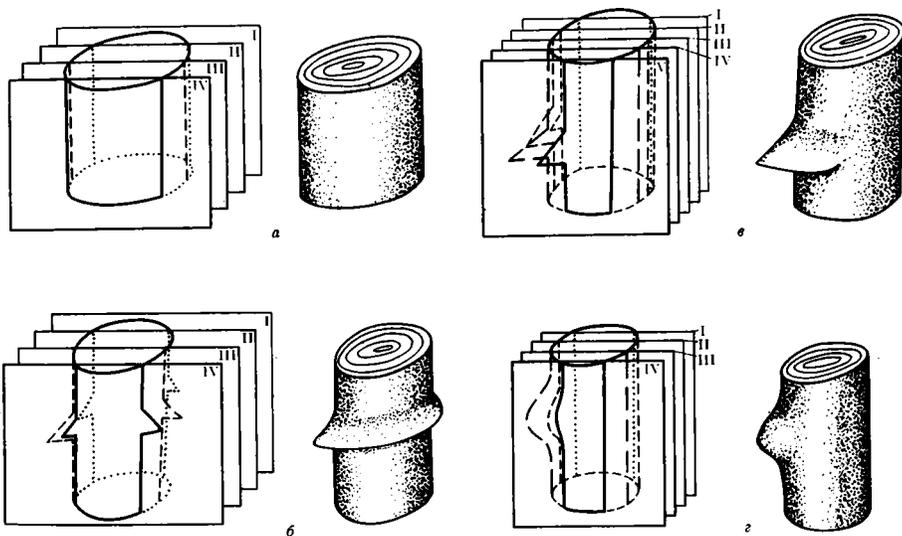


Рис.20. Восстановление формы строматолитовых столбиков с помощью "графического препарирования"

а - гладкий субцилиндрический столбик; б - столбик с карнизом; в - столбик с козырьком; г - столбик с бугорком на боковой поверхности; I-V - поверхности срезов

а.о., 1969; Valdiya, 1969), и снова рассматривать технические вопросы вряд ли необходимо. Можно добавить только несколько советов.

Контуры построек лучше всего видны на поверхности пластинок, смоченных водой или глицерином. Нередко хорошие результаты по "проявлению" недостаточно четких контуров построек дает протравливание пластинок в слабой соляной кислоте, пришлифовка или приполировка срезов. Окрашивание пластинок для выяснения соотношений различных карбонатов (кальцит, доломит и т.п.) дает достаточно эффективные результаты, но обычно не проявляет, а затемняет контуры столбиков, что является, по-видимому, отражением значительных вторичных (диагенетических или эпигенетических) перераспределений вещества внутри строматолитовых пород. Именно это обстоятельство заставляет осторожно относиться к интерпретации результатов карбонатных анализов строматолитовых пород.

Восстановление первичного состава, текстуры и структуры внутри строматолитовых построек является сложной литолого-петрографической проблемой и далеко не всегда может быть проведено с однозначным результатом. Разумеется, нельзя все наблюдаемые в шлифах текстуры и структуры априорно объявлять вторичными. Некоторые из них, как справедливо отмечал В.П. Маслов (1960, стр. 47-51), отражают прижизненные особенности водорослевых колоний, другие обязаны своим происхождением химическому осадкообразованию, третьи - тому и другому одновременно, - а на все это накладываются вторичные изменения. К сожалению, какого-либо рецепта для решения этих проблем предложить пока невозможно, и в каждом случае задачу надо решать по-своему, если это только возможно. Мне чаще всего приходилось идти путем последовательного "снятия" заведомо вторичных особенностей: выявление прожилков и связанных с ними разрастаний кристаллического карбоната; выявление последовательности роста кристаллов, наложение окремнения, доломитизации и пр.

Конечно, огромное значение в подобном случае играет и опыт исследователя. А.Г. Вологдин и К.Б. Кордэ совершенно справедливо отмечали в многочисленных выступлениях, что прежде чем искать остатки водорослей в строматолитах, надо хорошо знать, как эти остатки выглядят. С другой стороны, не могу без восхищения вспомнить, как блестяще узнавал и расшифровывал многие вторичные текстуры А.В. Копелиович, первым указавший, в частности, на возможность процессов растворения в строматолитах.

При изучении формы арок, унаследованности, степени выпуклости и других морфологических характеристик строматолитовых слоев хорошие результаты дает изготовление крупных негативных фотографий шлифов и дальнейшего их разделения на отдельные слои (Крылов, 1963, стр. 20, табл. III, IV и др.). Эта работа достаточно трудоемка и подобна той, какую проводят энтомологи, расчленяя насекомых по сегментам и описывая и зарисовывая каждый сегмент в отдельности. Однако она приводит к наглядным результатам и позволяет проводить количественный подсчет слоев различной формы.

ВОПРОСЫ НОМЕНКЛАТУРЫ И ТИПИФИКАЦИИ

Проблемы, связанные с классификацией строматолитов и со сложностями, которые при этом возникают, освещены в предыдущих главах раздела. Здесь же следует обсудить некоторые вопросы, относящиеся к типовым образцам, которые должны представлять различные таксоны.

Несмотря на то что подавляющее большинство известных сейчас описаний форм и групп строматолитов сделано советскими учеными, использование типовых образцов при сравнениях и определениях вызывает значительные трудности.

Во-первых, большинство типов таксонов, описанных в 1930-1950 гг., даже если они не были утеряны во время войны, весьма труднодоступны для

просмотра и переизучения. Большинство оригиналов описанных в отечественной литературе строматолитов до сих пор хранится не в музеях, как это полагалось бы, а у авторов, и далеко не всегда есть возможность с ними ознакомиться. Из материалов, описанных в 30–50-е годы, лучше всего обстоит дело с образцами В.П. Маслова, который незадолго до кончины привел в полный порядок свои основные монографические коллекции и передал их на хранение Геологическому институту. Попытки же ознакомиться с голотипами других форм, описанных в те же годы другими авторами, для меня пока оканчивались неудачей.

Во-вторых, значительная часть голотипов строматолитов представлена только шлифами, и изучить по ним морфологию построек практически невозможно. В ряде случаев удается собрать достаточно представительные образцы – топо-типы (например, для *Gymnosolen ramsayi* Steinmann с п-ова Канин), но это не всегда просто делать, учитывая разнообразие морфологии построек даже в пределах одного биогерма. Следует, очевидно, высказать пожелание, чтобы в качестве типов при выделении новых таксонов выбирались образцы, у которых полностью представлены все признаки, и текстурные, и морфологические. Это предусматривает наличие помимо шлифа и достаточно представительного образца или серии пластинок–распиллов. Нет сомнений, что порядок в вопросах выделения и хранения монографических коллекций и, во всяком случае, типовых образцов надо наводить сразу, пока количество выделенных таксонов еще не слишком велико, а исследователи имеют возможность договориться между собой о необходимых требованиях, предъявляемых к таким образцам.

Проведение всего комплекса технических приемов при наименовании определяемых и описываемых форм и, в частности, сравнение их с типовыми образцами (разумеется, когда это возможно) настолько само собой разумеющаяся процедура, что даже неловко напоминать о ее обязательности для каждого компетентного исследователя. Но напоминать об этом приходится, потому что в литературе иногда приходится встречать примеры недостаточно ответственного подхода к этой работе. Так, О.А. Вотак и В.М. Чайка (1962) на основании только полевых впечатлений, без какой-либо камеральной обработки и без ознакомления с типами таксонов, "определили" добрый десяток различных форм строматолитов из древних толщ Туруханского района и сделали на основании этого далеко идущие выводы о возможности (или точнее – о невозможности) использования строматолитов для стратиграфии. Следует высказать пожелание, чтобы ознакомление с коллекциями описанных в литературе форм, а также участие в регулярно проводимых коллоквиумах, на которых проводится осмотр и обсуждение материалов из различных регионов, стало со временем нормой для всех исследователей строматолитов.

СТЕПЕНЬ ДЕТАЛЬНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ И СПОСОБЫ ПОДАЧИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт изучения строматолитов позволяет заключить, что любые, сколько-нибудь значительные выводы удавалось сделать только на основании большого количества детально изученного материала. Описание разрозненных единичных образцов иногда приводило к правильным выводам (так, В.П. Маслов верно сопоставил в 1939 г. уральские и сибирские древние толщи), но для доказательства и обоснования этих выводов впоследствии снова потребовались детальные исследования.

Такие признаки, как форма столбиков и характер ветвистости, получили признание только после массовой обработки образцов по методике графического препарирования. Для сколько-нибудь подробного изучения морфологии группы строматолитов количество таких реконструкций должно быть достаточно большим. Особенно важны такие множественные реконструкции при изучении био-

гермных рядов построек и при выяснении естественных связей между постройками с различающейся морфологией, слагающими единые биогермы и биостромы.

Прорисовка по полевым фотографиям дает простой способ получения довольно наглядного материала по строению биогермов. Но и эту методику следует рассматривать прежде всего как способ изучения, а не как прием для получения иллюстраций. Именно поэтому надо фотографировать и зарисовывать максимально большое количество построек, а не только самые эффектные биогермы в обнажении. В этом отношении такая методика подобна "графическому препарированию", когда делаются десятки реконструкций построек, хотя в будущих работах будут опубликованы далеко не все, а лишь некоторые из этих изображений.

Большое количество детально изученного материала необходимо для выяснения таких признаков строматолитов, как унаследованность наслоения или форма арок. Как известно, В.П. Маслов считал форму слоев важнейшим признаком выделения наиболее крупных единиц – типов, а И.К. Королюк выделила по этому признаку ряд групп (*Columnnacollenia*, *Planocollina*). Соотношение этих групп с таксонами, выделенными по форме построек, не ясно. Может быть эти группы могут объединять фрагменты столбиков *Inzeria*, *Minjaria* и др., может быть – являются самостоятельными, не менее представительными таксонами. Для выяснения этой проблемы необходимы детальные исследования на большом фактическом материале. Примером детальной работы морфологии строматолитовых слоев может служить последняя работа Ф.Я. Власова (1970).

И конечно, только на основе детального изучения огромного материала может быть проведена типизация строматолитовых текстур и структур. Сейчас определение этих признаков основано на узнавании знакомых контуров и сравнении с голотипом по принципу "похоже – непохоже". Первое применение числовых методов к конофитоновым слоям (Комар и др., 1965а,б) принципиально положения не меняет. Названия же строматолитовым текстурам даются в основном без каких-либо правил.

Как можно видеть из описания методик, в большинстве из них имеется слово "наглядность". Я считаю это качество, равно как четкость и доступность (по форме) изложения материала, одним из наиболее желательных условий при изучении и описании строматолитов. Речь идет не о призыве к популяризации любой ценой и тем более не об упрощенном изложении достаточно сложного материала, а о том, чтобы описания были вполне определенными, четкими и конкретными, а графический материал и фотографии представительными и главное показательными. Не следует, очевидно, жалеть сил и времени, чтобы получить действительно четкие фотографии, которые будут достаточно понятны читателю даже при неизбежном ухудшении при переводе в клише. Другой выход – в возможно большом количестве графических изображений. Превосходным примером может служить работа В.П. Маслова (1960), содержащая помимо очень хороших фотографий не менее полсотни великолепных рисунков, изображающих не только внешний вид, но и структуры строматолитов. Несомненно, что эти рисунки потребовали от Маслова дополнительной затраты времени и труда (а все рисунки В.П. Маслов делал сам), но они помогают правильно понять автора и делают его работу действительно нужной и полезной. Из зарубежных работ образцовой в этом отношении является статья С. Найта (Knight, 1968).

Последний вопрос касается таблиц, на которых приводятся данные о распределении строматолитов в разрезах. Современный уровень наших знаний позволяет говорить только о присутствии или отсутствии тех или иных форм в описываемых слоях. На таблицах это может означаться крестиками или линиями одной толщины в соответствующих графах. Для каких-либо количественных характеристик объективных данных пока нет. Попытки ввести в табли-

Это в свою очередь может быть связано и с тщательностью работ, и с характером обнаженности, и со многими другими факторами, не имеющими непосредственного отношения к строматолитам. В результате вместо ожидаемого фактического материала мы рискуем получить только впечатления автора о распределении тех или иных форм.

В качестве примера можно привести два рисунка из работы Вл.А. Комара, М.Е. Раабен и М.А. Семихатова (1965а), на которых изображено распределение формальных видов конофитонов в рифейских отложениях СССР (рис. 21). Различия на рис. 21,а и 21,б невелики, но методически весьма характерны. В среднем рифее форма *Conophyton garganicum* встречается в четырех регионах, а в нижнем рифее — только в трех (см. рис. 21,а). В аналогичных случаях для *Conophyton lituum* и *C. cylindricum* среднерифейская часть темной полоски на рис. 21,б имеет большую ширину. Однако присутствие *Conophyton garganicum* в нижнерифейских отложениях представляется, очевидно, авторам более характерным, чем в среднерифейских. Поэтому на рис. 21,б более широкой показана нижнерифейская часть полосы. Следует особо отметить, что оба рисунка взяты из одной работы, поэтому снимается вопрос о неодинаковом понимании объема таксона. При сравнении данных, приводимых разными авторами, это соображение играет немалую роль.

Как можно видеть из этого раздела, большинство перечисленных проблем не являются какими-то специфическими, присущими только строматолитологии, а отражают общие вопросы, стоящие перед исследователем, в какой бы отрасли палеонтологии или палеоботаники он ни работал (Мейен, 1968, 1970).

К попыткам использовать строматолиты для определения возраста осадочных толщ до самого последнего времени исследователи прибегали только в тех случаях, когда другие группы органических остатков или отсутствовали (например, в докембрии), или не могли быть использованы для этой цели из-за большого своеобразия или редкости находок (ордовик некоторых районов Сибирской платформы, данково-лебединские слои Русской платформы). Если же имелась возможность использовать иные группы органических остатков, то строматолиты в течение десятилетий ждали и продолжают ждать своих исследователей даже в великолепно изученных регионах (например, на Керченском полуострове, где первые упоминания о строматолитах сделаны Н.И. Андрусовым еще в начале нашего века).

Строматолиты используются при определении возраста и корреляции заключающих их толщ в сочетании с данными историко-геологических (тектонических и литологических) методов, с данными определений изотопного возраста пород и с результатами определений онколитов и катаграфий. Наблюдающееся в большинстве случаев совпадение результатов справедливо рассматривается как аргумент в пользу строматолитов как руководящих форм для отложений определенного возраста. Комплексный подход к определению возраста древних толщ породил и общепринятый ныне тип публикаций, когда перечисление всех этих данных является обязательным для любого стратиграфического описания. В предлагаемой работе я сделал попытку несколько иной подачи того же самого материала. Попробуем сначала рассмотреть отдельно все данные по строматолитовым комплексам из конкретных разрезов, затем дать сравнительную характеристику этих комплексов, а уже потом посмотреть, как можно использовать эти данные для стратиграфии докембрия, и как выводы, сделанные по строматолитам, согласуются с результатами, полученными другими методами.

Приступая к характеристике (достаточно сжатой) строматолитовых комплексов из различных горизонтов докембрия и фанерозоя, следует отметить, что их изучение и описание по существу еще только начинается. Из бесконечного разнообразия строматолитов исследователями, как правило, для подробного описания выбирались формы с наиболее четкими признаками, имеющие наиболее широкое распространение. Исследовались они преимущественно в образцах, в разрозненных штуфах. Соотношения между этими формами в обнажениях, сочетания их в биогермах известны мало, а само разнообразие строматолитов для многих исследователей является скорее фактором деморализующим, чем стимулирующим: разнообразие кажется бесконечным, и из этого делается вывод о бесполезности и бесперспективности изучения морфологии строматолитов (Вологдин, 1962; Вотях, Чайка, 1962; и др.).

Такие выводы слишком пессимистичны. Материалы предлагаемого раздела работы дают основание заключить, что разнообразие строматолитов подчиняется вполне определенным возрастным и пространственным закономерностям. Могут изменяться представления о таксономическом значении тех или иных

признаков, соответственно изменяются списки определяемых форм, но по-прежнему неизбежным остается вывод, сформулированный более двадцати лет назад В.П. Масловым (1953б, стр.122): "Эволюция водных растений, а также осадкообразования, обуславливает существование неповторяющихся форм строматолитов в геологической летописи".

Сейчас можно говорить по крайней мере о семи строматолитовых комплексах: четырех рифейских, нижнепалеозойском, верхнепалеозойском и мезозойско-кайнозойском. Каждый из них в свою очередь может быть подразделен на более дробные единицы.

Глава I

ДОКЕМБРИЙ

Хотя древнейшие строматолиты заключены в слоях с абсолютным возрастом до 3 млрд.лет, выделить первый самостоятельный комплекс строматолитов можно только в нижнем рифее, в интервале приблизительно 1600–1400 млн.лет. Более древние, дорифейские строматолиты не образуют единого комплекса, и на современной стадии изученности представляются как набор разрозненных форм, описанных из древнейших толщ различных регионов. Было бы преждевременным давать какую-либо характеристику этим формам и тем более делать выводы о их связи с рифейскими строматолитами. Перечислим только основные места их находок.

Древнейшие из известных сейчас строматолитов описаны Макгрегором (Macgregor, 1940) из метаморфических пород системы Булавайо Южной Родезии. Последующие определения изотопного возраста по галениту из золотоносных и других жил, секущих эти породы, дали значения от 2200 до 2700 и даже до 3050 млн.лет; средний условный возраст этих толщ оценивается С.Ф. Хоутоном (1966, стр. 185) в 2860 млн.лет. Правда, точного взаимоотношения строматолитовых прослоев с этими жилами выяснить не удалось, но С.Ф. Хоутон указывает, что они пересекают все булавайские породы, следовательно, и строматолитовые.

Следующим уровнем с древними строматолитами в Африке является доломитовая свита "системы" Трансвааль, имеющая возраст около 2–2,2 млрд.лет. В ней содержатся пластовые, желваковые и столбчатые постройки, довольно разнообразные по морфологии и размерам (Young, 1943; и др.). Среди них есть и очень мелкие, сложно ветвящиеся столбчатые постройки, описанные недавно как *Katernia africana* (Clond, Semikhatov, 1969).

В Канаде пластовые строматолиты описаны в районе северного побережья Большого Невольничьего озера из доломитов формации Петей (афебий), имеющей изотопный возраст между 2370 и 1845 млн.лет (Hoffman, 1967). Гораздо более разнообразны и подробнее описаны строматолиты из формации Ганфлит (надсерия Анимики), имеющей возраст более 1900 млн.лет (рис.22). Это своеобразные мелкие столбики (их диаметр редко превышает 1–2 см) с четким боковым ограничением и достаточно сложным и разнообразным ветвлением. Часть их описывалась как *Collenia* (?) *ferrata* (Grout, Broderick, 1919) и *Gruneria* *biwabikia* (Clond, Semikhatov, 1969), а другие сравниваются с *Gymnosolen*, *Kussiella* и *Tungussia* (Hofmann, 1969а,б). Кроме того, отсюда указываются пластовые и желваковые строматолиты и онколиты из группы *Osagia*. Своеобразие этих строматолитов в том, что они сложены не карбонатами, а кремнеземом, причем и в строматолитах, и во вмещающих их кремнистых породах встречены многочисленные остатки микроскопических организмов округлой, звездчатой или нитеподобной формы (Barghoorn, Tyler, 1965 и др., Clond, 1965; и др.). Все исследователи сравнивают эти остатки с синезелеными водорослями, а также с нитчатыми или с железистыми бактериями.

На территории Советского Союза древнейшими строматолитовыми образованиями пока можно считать постройки типа *Conophyton* и *Collenia*, обнару-

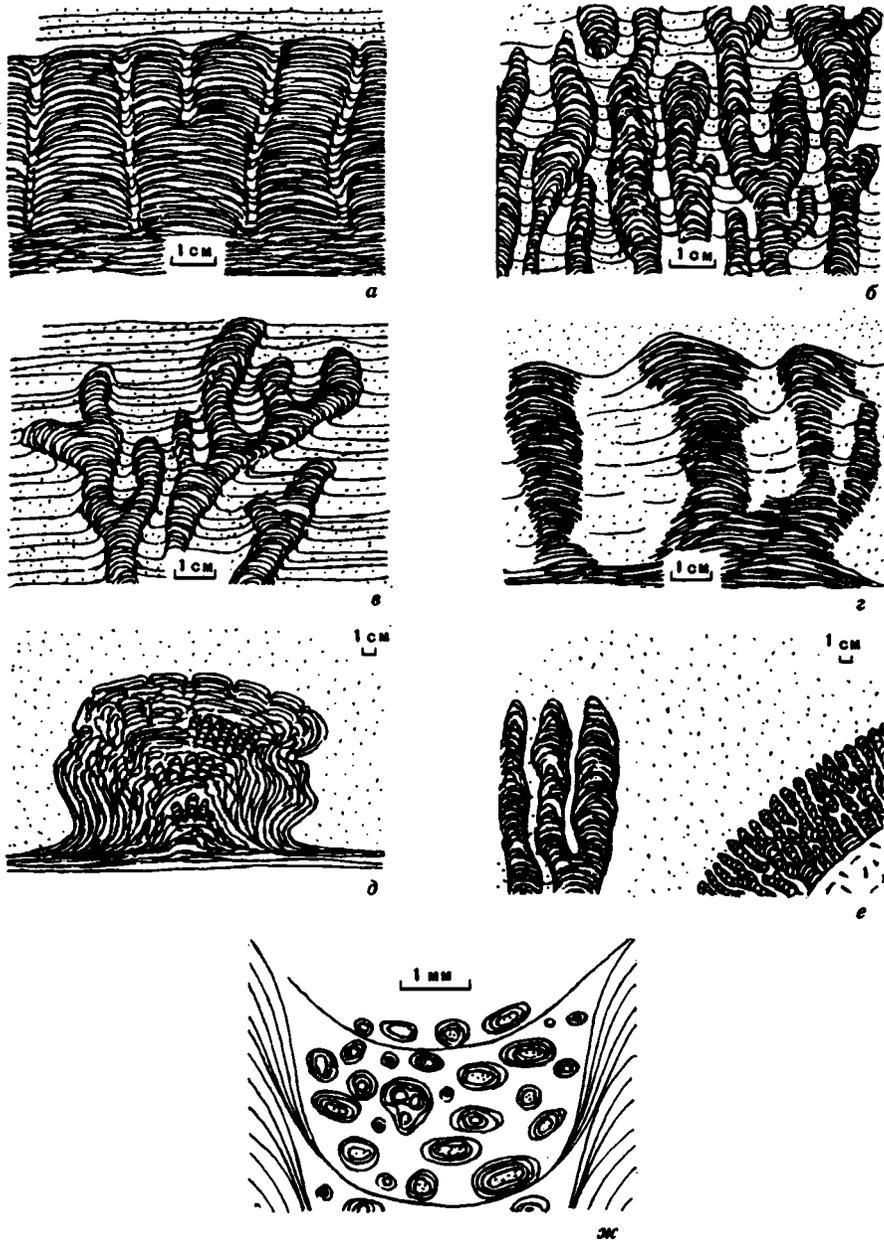


Рис.22. Основные типы (а-ж) строматолитов из протерозойских отложений (Анимики) Канады, по Х.Гофманну (Hofmann, 1969 б)

женные А.М. Лейтесом (1965, стр. 51-58) в бутунской свите удоканского комплекса Забайкалья. Возраст вмещающих их толщ приходится на интервал от 2000 до 2600 млн.лет. Сохранность этих строматолитов плохая, но иногда они с оговорками относятся к подгруппе *Conophyton garganicum* Kor. (Комар и др., 1965, стр. 61).

Вторым районом развития дорифейских строматолитов в СССР является Карелия, где эти образования приурочены к карбонатным горизонтам внутри ятулийских отложений, имеющих возраст около 2000 млн.лет (Горохов и др.,

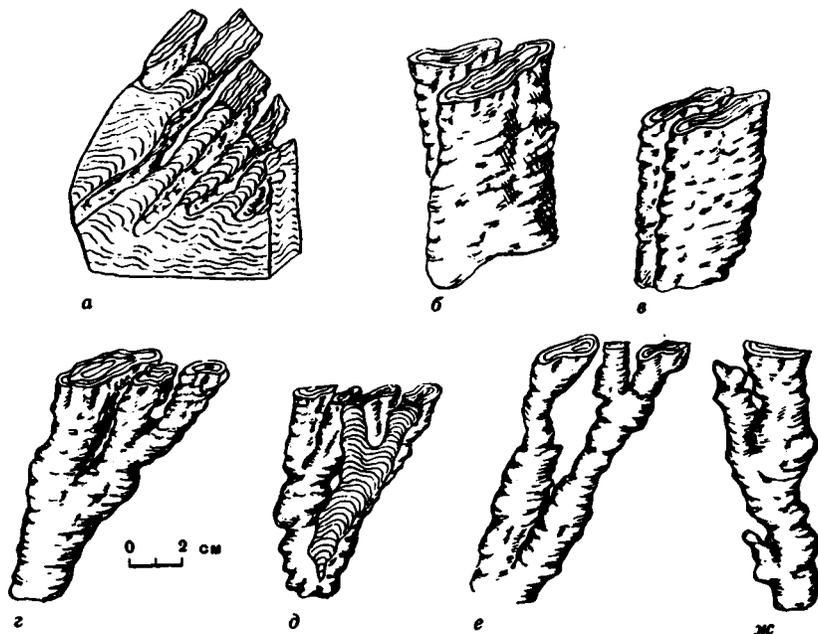


Рис.23. Форма столбиков и построек, относимых Р.В.Бутиным к группе *Sundia* Butin.

а-ж - карбонатная толща ятулия; Карелия, берег оз.Сундозеро у пос.Рай-губа

1969). Эти строматолиты упоминаются во многих работах (Слодкевич и др., 1960; Соколов, 1966; Соколов, Бутин, 1961, 1965), но подробнее всего они описаны Р.В. Бутиным (1960, 1966; и др.). Особенно интересно наличие среди них кроме пластовых и желваковых форм столбчатых ветвистых строматолитов, выделенных Р.В. Бутиным в самостоятельную группу *Sundia* (Бутин, 1966, стр. 41-54). Кстати заметим, что именно с этими строматолитами связаны и своеобразные "кораллоподобные остатки" *Garelozoon* (Metzger, 1924). Р.В. Бутин (1965, стр.53-54; 1966, стр. 45) убедительно показал, что карелозооны представляют собой мелкие столбчатые ветвистые строматолиты. Известны находки строматолитов и на территории Финляндии (Hägme, Perttunen, 1964).

Изучение морфологии строматолитов группы *Sundia* (Крылов, 1966б, стр. 97-100) показало, что среди них есть субцилиндрические ветвистые столбики с гладкой боковой поверхностью (рис. 23), по общему облику и по типу ветвистости похожие на верхнерифейские строматолиты групп *Gymnosolen* и *Jurusania*. Сходство усиливается наличием у этих форм гладкого бокового ограничения с многократным облеканием слоями поверхности столбика ("стенка"). Я и сейчас не исключаю возможности, что некоторые породы, относимые в южной Карелии к ятулию, в действительности могут оказаться более молодыми, рифейскими¹, но нельзя не учитывать и того обстоятельства, что формы, похожие на *Gymnosolen* (*Eucapsiphota* и др.), упоминаются из отложений с возрастом 1900-1600 млн.лет и из Северной Америки, и из Австралии, и из Африки. Может быть, мы имеем дело с какой-то новой группой действи-

¹ Л.И. Салоп говорит о сходстве этих строматолитов с *Kussiella* (Салоп, Мурина, 1970, стр. 24), не указывая, в чем состоит это сходство.

тельно древних строматолитов, имеющих черты морфологического сходства с более молодыми? Сейчас вряд ли можно однозначно ответить на этот вопрос.

Остается открытым и вопрос о смене комплексов органических остатков на нижней границе рифея. Судя по литературным данным, наиболее благоприятным регионом, где может быть решена проблема нижней границы рифея по строматолитам, является Канада. Строматолиты там указываются, кроме упоминавшихся выше двух уровней, и из более молодых горизонтов докембрия — аналогов рифея. Детальное их изучение даст материалы для прослеживания смены строматолитовых комплексов в среднем и верхнем протерозое.

ПЕРВЫЙ СТРОМАТОЛИТОВЫЙ КОМПЛЕКС РИФЕЯ-БУРЗЯНСКИЙ (НИЖНИЙ РИФЕЙ)

Нижнерифейские отложения, содержащие строматолиты, известны на Южном Урале (саткинская и бакальская свиты), на севере Сибири (котуйканская свита Анабарского массива, кютингдинская свита Оленекского поднятия и улахан-курунтская свита Уджинского поднятия) и в Учуро-Майском районе (гонамская и омахтинская свиты).

В саткинской свите Южного Урала (рис. 24) В.П. Масловым (1939а) была определена *Collenia buriatica*. Однако позже (см. Гарань, 1946) В.П. Маслов указал на своеобразие саткинских строматолитов, определив эти формы как *Collenia buriatica* var. *kussiensis* и *C. buriatica* var. *grande*. Кроме того, со ссылкой на определения А.Г. Вологодина, в той же работе М.И. Гараня указывались *Conophyton (Collenia) frequens* Walcott., *Collenia undosa* Walc. и *Collenia garani* Vologdin. Описания и изображения этих строматолитов А.Г. Вологдиным опубликованы не были. Из сборов З.М. Старостиной, Вл.А. Комаром, М.Е. Раабен и М.А. Семихатовым (1965а, стр. 46) был определен также *Conophyton garganicum* Kog., хотя точная привязка образца к разрезу неизвестна. Из саткинской свиты Вл.А. Комар и М.А. Семихатов (1968, стр. 102) указывают *Gongylina differentiatia* Kom.

Детальный осмотр основных разрезов саткинской свиты в 1957 и 1959 гг. позволил мне обнаружить строматолиты в девяти разрезах (Крылов, 1959а, 1960а,б, 1963). Из них были определены пластовые постройки из группы *Stratifera* Kogoljuk, нечеткие строматолиты с куполоподобными и коническими слоями, отнесенные с известной долей условности к *Collenia frequens* Walc. и *Conophyton* Maslov, и желваковые постройки. Но наибольший интерес представляют биогермы, центральные части которых сложены столбчатыми ветвящимися строматолитами *Kussiella kussiensis* Krylov. Подробнее о них будет сказано ниже.

Из вышележащей бакальской свиты В.П. Маслов (1939а) указывал *Conophyton cylindricum* Masl. Мной из бакальской свиты были определены столбчатожелваковые строматолиты, близкие к формам, описанным в литературе как *Collenia undosa* Walc. и *Collenia symmetrica* Walc. (нижнебакальский горизонт), в среднебакальском горизонте были описаны биогермы, содержащие в основании *Collenia frequens* Walc., переходящие выше в *Conophyton cylindricum* Masl., и, наконец, в верхнебакальском горизонте были встречены формы, близкие к *Collenia columnaris* Fent. (Крылов, 1959а). Позже здесь были найдены также *Conophyton lituum* (Комар и др., 1965а, стр. 54), *Jacutophyton* sp. (Крылов, Шаповалова, 1970а, стр. 39) и *Gaia irkuskhanica* Kryl., описание которой дается в предлагаемой работе.

В последние годы саткинские и бакальские строматолиты детально изучил Ф.Я. Власов. Первые результаты его исследований (Власов, 1965) показали, что саткинские строматолиты довольно разнообразны по морфологии и структуре. В более поздней работе Ф.Я. Власов (1970) дает подробные и хорошо иллюстрированные описания морфологических и структурных особенностей не-

которых саткинских строматолитов, отмечает, что может быть выделено несколько новых групп и форм, но названий этих таксонов не приводит.

Нижнерифейские строматолиты Учуро-Майского района изучались С.В. Нужновым (1960, 1967). Из гонамской и омахтинской свит различных частей района им были определены пластовые строматолиты *Stratifera* sp., столбчатопластовые строматолиты *Collenia omachtensis* Nuzhn., которые впоследствии были выделены в самостоятельную группу *Omachtenia* Nuzhnov, включающую три формы: *O. omachtensis*, *O. utschurica* и *O. givunensis* и редкие столбчатые строматолиты *Kussiella* sp., причем отмечалось (Нужнов, 1967, стр. 135), что эти формы известны "в виде небольших столбиков или некрупных зон в верхней части биогермов с *Omachtenia* Nuzhn." Позже, по материалам Учуро-Майского района и Западного Приверхоянья Вл.А. Комар, М.А. Семихатов и И.Г. Шаповалова добавили к этому списку следующие формы: *Kussiella kussiensis* Kryl., *Gongylina differenciata* Kom., *Nucleella figurata* Kom., *Conophyton garganicum* Kor. (Воронов и др., 1966), а еще позже (Комар и др., 1970) было выяснено, что *Conophyton garganicum* включен не в нижнерифейских отложениях, а в вышележащей светлинской свите.

Строматолиты котуйканской свиты Анабара изучались Вл.А. Комаром (1964, 1966) и Н.П. Головановым (1966, 1970). Вл.А. Комар (1966, стр. 20) указывает из нижней толщи свиты *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl., *K. vittata* Kom., *Colonnella laminata* Kom., *C. distreta* Kom. и *Conophyton cylindricum* Masl., а из верхней толщи *Nucleella figurata* Kom., *N. fibrosa* Kom., *Gongylina differenciata* Kom. и *Microstylus perplexus* Kom. Н.П. Голованов (1970, рис. 1) из нижней подсвиты котуйканской свиты указывает также *Conusella regularis* Gol., *C. irregularis* Gol., *Colonnella lineata* Kom. et Gol., *C. discreta* Kom. et Gol., *C. plagulata* Gol., *C. complanta* Gol., *Kussiella taeniata* Gol., *K. aeguisa* Gol., *Tenupalussella bracteata* Gol., *Platella ansata* Gol., *Irregularia glebulosa* Gol., *Colleniella schidulata* Gol., а из верхней подсвиты - *Microstylus perticus* Gol., *Stratifera perticosa* Gol., *S. kotuikanica* Gol., *Irregularia zonata* Gol., *Nucleella* cf. *figurata* Kom., *Nucleella* cf. *fibrosa* Kom.

Анализируя вертикальное распределение строматолитов в разрезе нижнего рифея р. Котуйкан, Н.П. Голованов объединяет их в единый нижнерифейский комплекс, выделяя в нем три подкомплекса (снизу): 1) подкомплекс с *Kussiella taeniata* - *Colonnella plagulata*, 2) подкомплекс с *Conophyton cylindricum* и 3) подкомплекс с *Nucleella fibrosa* - *Nucleella figurata* - *Stratifera kotuikanica*.

В кютингдинской свите Оленекского поднятия Вл.А. Комар (1966, стр. 34) указывает *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl., *Conophyton garganicum* Kor. и *Colonnella discreta* Kom. (нижняя подсвита), а из верхней подсвиты - *Stratifera undata* Kom., *S. flexurata* Kom., *Gongylina differenciata* Kom. и *Nucleella fibrosa*.

Таким образом, список строматолитов нижнерифейского (бурзянского) комплекса насчитывает свыше 35 форм, из которых не менее двух десятков форм не повторяются в более молодых отложениях. Однако большинство из этих форм являются местными. Так, все 11 новых форм, описанных Н.П. Головановым (1970) из котуйканской свиты, встречены только в одном разрезе, а большая часть форм, описанных Вл.А. Комаром, характерна только для севера Сибирской платформы (Анабарское и Оленекское поднятия).

Поэтому при общей характеристике комплекса нижнерифейских строматолитов наиболее интересны строматолиты, встречающиеся во всех разрезах и позволяющие проводить корреляцию нижнерифейских толщ различных регионов.

Таковыми формами среди столбчатых строматолитов являются *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl. и два вида конофитонов - *Conophyton garganicum* Kor. и *C. cylindricum* Masl., известные в разрезах Южного Урала, Анабарского и Оленекского поднятий, а *Kussiella kussiensis* также и в Учуро-Майском районе. Кроме того, межрегиональными формами являются пластовые *Gongylina differenciata* Kom. и желваковые *Nucleella figurata* Kom.

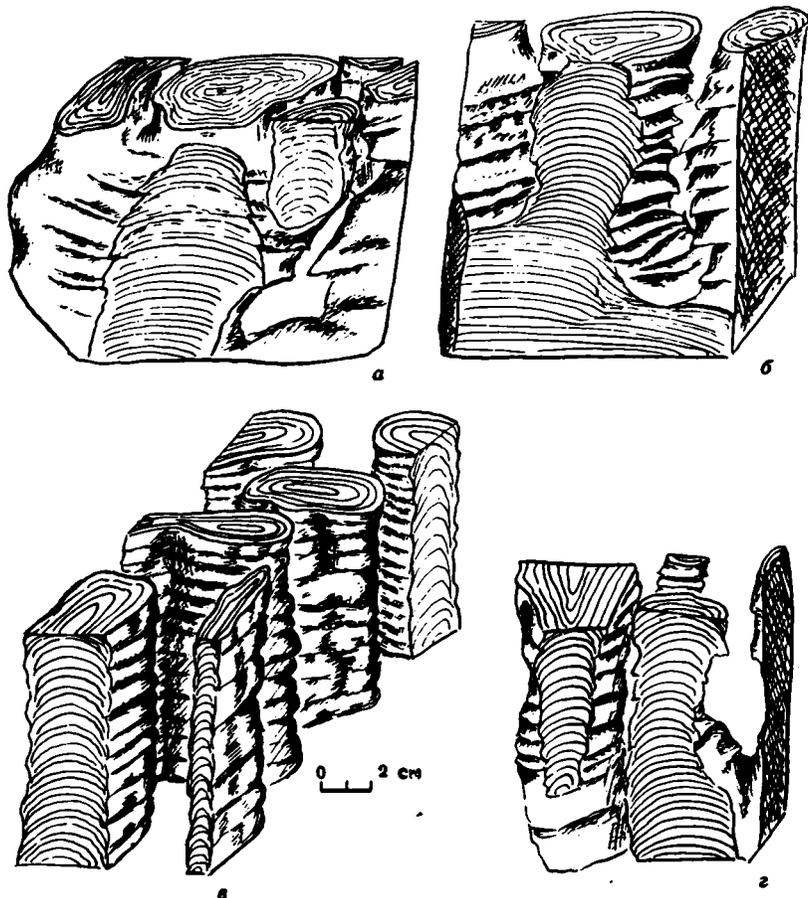


Рис.25. Форма столбиков *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl.

а-г - нижний рифей, саткинская свита; Южный Урал, район ст.Бердяуш (а,б,г) и ст.Куса (в)

Строматолиты, выделяемые в формальный вид *Kussiella kussiensis* (Masl.) Krylov (рис. 25), представляют собой ровные прямые субцилиндрические столбики с овальным или эллиптическим поперечным сечением шириной от 30-40 см и больше в нижней части постройки и до 1 см в верхней. Высота их может превышать 1-2 м. Краевые части слоев иногда облекают столбик, но чаще выступают по всему его периметру, образуя характерные поперечные валики и карнизки, свисающие с его боков. Столбики разветвляются путем последовательного распада на более узкие, причем обычно очертания верхних столбиков вписываются в контур нижнего, более широкого.

Текстура изображена на табл. I, 1,2. Чередуются слои, нижняя часть которых сложена среднезернистым доломитом, постепенно переходящим вверх по слою в более темный тонкозернистый доломит. Затем по резкой границе, иногда с темной глинистой примазкой на контакте следует новый слой¹. Кроме того, встречаются прослои с неравномернозернистой структурой и пятни-

¹ Вл.А. Комар называет эту текстуру пластинчатой (Комар, 1964, стр. 90) или зонально-пластинчатой (Комар, 1966, стр. 75).

стой окраской. Такие прослои состоят из комочков и сгустков, иногда образующих как бы цепочки, вытянутые по напластованию. Неоднократно совершенно справедливо отмечалось, что при сравнении *Kussiella kussiensis* из разрезов Урала и Анабара речь идет не о сходстве, а о полном морфологическом и структурно-текстурном тождестве этих форм.

Эта тождественность проявляется и при сравнении биогермов, содержащих в своей центральной части постройку *Kussiella kussiensis*.

На Южном Урале лучшие обнажения с такими биогермами находятся на правом берегу р. Бердяуш против устья р. Толкого (Крылов, 1967, стр.12-16). Рост биогерма начинается с общей пластовой корки (рис. 26,а,г), от которой вверх отделяются субпараллельные, последовательно распадающиеся столбики, и заканчивается снова общей пластовой коркой. Надо заметить, что кроме типичных *Kussiella* здесь встречаются и столбики с более сложной ветвистостью (см. рис. 26,б,в). Вместе со стратиферами из основания и кровли такие более сложно разветвляющиеся столбики являются довольно характерными "спутниками" *Kussiella kussiensis*, особенно в краевых частях биогермов.

В котуйканской свите на р. Котуйкан биогермы с *Kussiella* особенно многочисленны в ее нижней части.

Наиболее характерные куссиеллы (см. рис. 28,а,б,г) поразительно похожи на уральские (см. рис. 26,а). Очень близки по форме построек и центральные части крупных биостромов, и базальные участки биогермов (рис.27,а-в; рис.28,в,г,д; см. рис. 26,а,г). Но в целом биогермы и биостромы Котуйкана разнообразнее саткинских, и здесь мы можем проследить несколько их разновидностей.

Полно развитые биогермы имеют три четкие внутренние зоны: пластовое основание, столбчатую центральную часть и пластовую корку. Внешне они

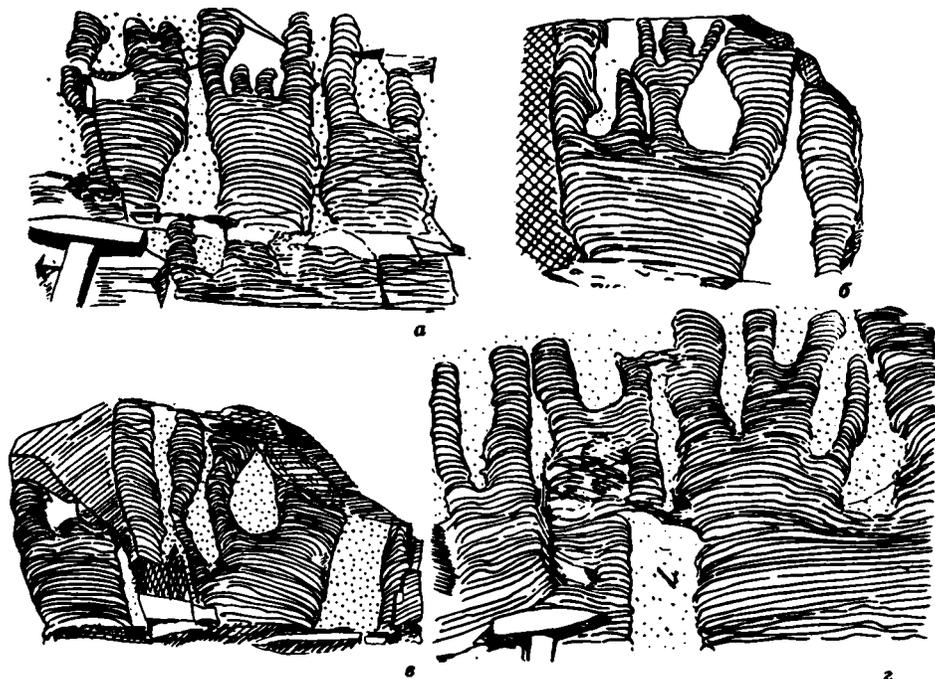


Рис.26. Биогермы с *Kussiella* Kryl.

а-г - нижний рифей, саткинская свита; Юж * Урал, район ст.Бердяуш

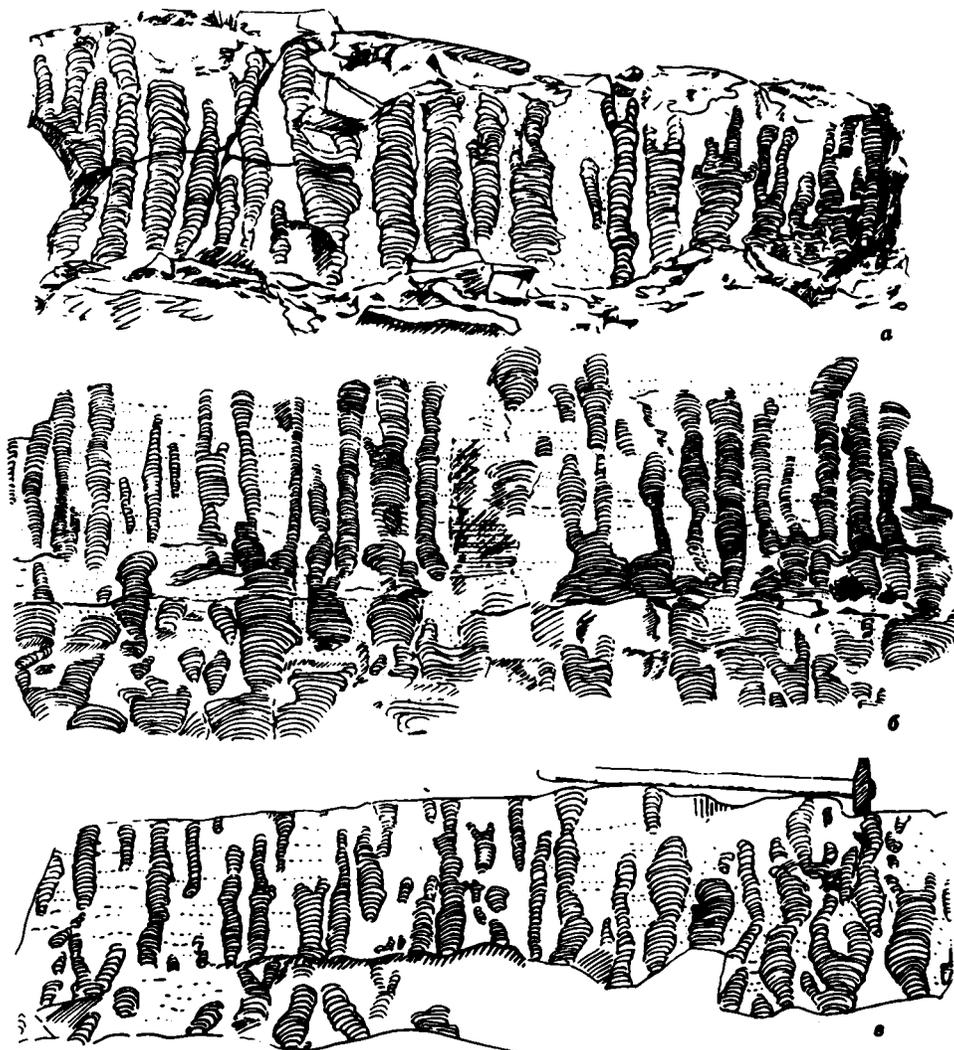


Рис.27. Биостромы с *Kussiella* Krgl., нижний рифей

а - саткинская свита; Южный Урал, район ст.Бердяуш. б,в - котуйканская свита, Анабарский массив, р.Котуйкан

выглядят как крупные желваки или куполоподобные тела с относительно гладкой выпуклой поверхностью (рис. 29,а,в). Базальная пластовая корка наблюдалась и во всех случаях, где обнаженность позволяла видеть основание биогерма. Иногда она довольно тонкая и слои имеют неправильную форму (см. рис.29,б), в других случаях это довольно крупный пологовыпуклый слоистый купол - фундамент (см. рис. 29,г,д). Изредка можно видеть, как начавшие было самостоятельный рост столбики опять соединяются общими слоями (см. рис. 29,д). Наличие общих слоев-мостиков для биогермов с *Kussiella* - явление довольно частое (см. рис. 29, г, рис. 27,б и др.).

Столбчатая зона этих биогермов и биостромов имеет различные размеры. Можно видеть участки с субпараллельными столбиками высотой более 2 м,

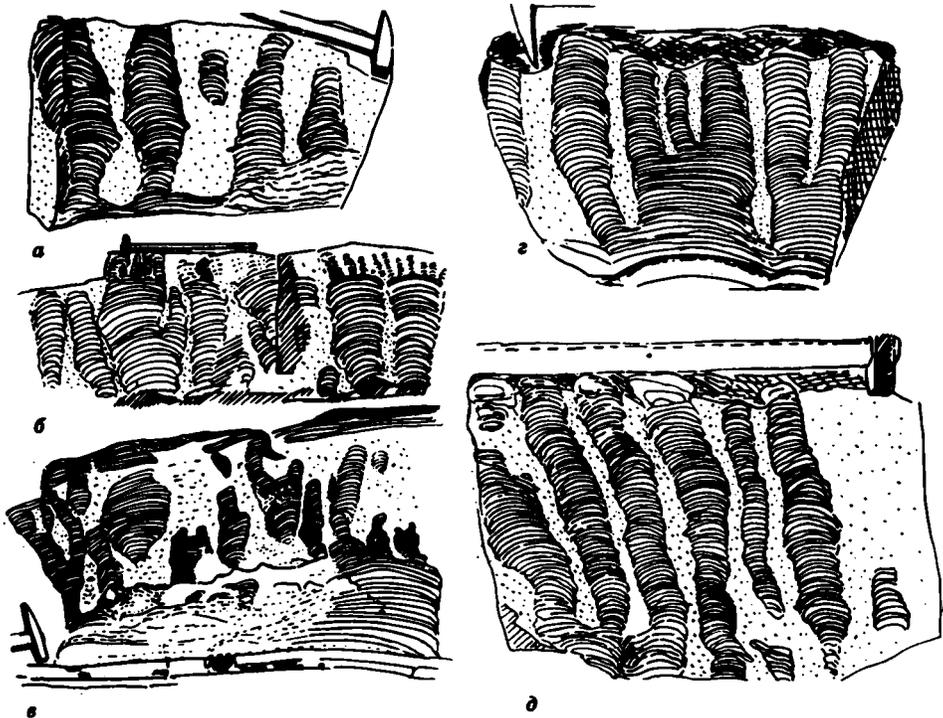


Рис.28. Биогермы с *Kussiella* Kryl.

а-д - нижний рифей, котуйканская свита; Анабарский массив, р.Котуйкан

протягивающиеся на много метров по простиранию (см. рис. 27), но чаще высота их не превышает 1-1,5 м, а ширина - нескольких метров (см.рис.29,г). Среди этих столбчатых построек (рис. 30) преобладают типичные *Kussiella* (рис. 30,а) с их характерным простым последовательным распадением широких столбиков на более узкие. Столбики ориентированы вертикально, реже слегка наклонно. Они имеют обычно округлые и овальные поперечные сечения, но встречаются и постройки с сильно уплощенными столбиками (см. рис. 10,а,б). Длинные оси таких столбиков обычно параллельны, но выявить какие-либо закономерности в их пространственном расположении в коренных обнажениях не удалось.

В краевых частях некоторых биогермов и в биостромах кроме куссиелл встречаются еще две морфологические разновидности строматолитов, отличающихся формой столбиков и характером ветвистости.

Во-первых, это асимметричные наклонные постройки, морфологически близкие к *Tungussia* Semikh., и характерные для краевых частей многих биогермов (см. рис. 29,г; рис. 31,а-г). Отличие от "настоящих" *Tungussia*, как они были первоначально описаны (Семихатов, 1962, стр. 205), заключается в характере бокового ограничения столбиков. У котуйканских форм оно "куссиелловое", т.е. с поперечными валками и карнизами, опоясывающими столбик, тогда как в диагнозе *Tungussia* отмечаются отдельные козырьки и элементы облекания. В этом же отличие отдельных столбиков, имеющих пережimy в основании (см. рис. 30,в,г) от построек группы *Baicalia* Krylov. Крупные размеры котуйканских построек с наклонными столбиками сделали невозможным восстановление их общей формы по методике графического препарирования, и не вполне ясно, имеется ли у них "сложное мутовчатое ветвление", также входящее как признак в диагноз группы *Tungussia*. Ясно, что эти

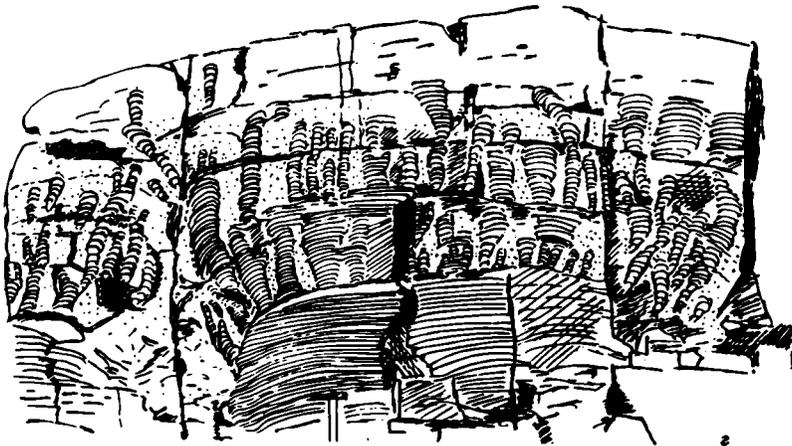
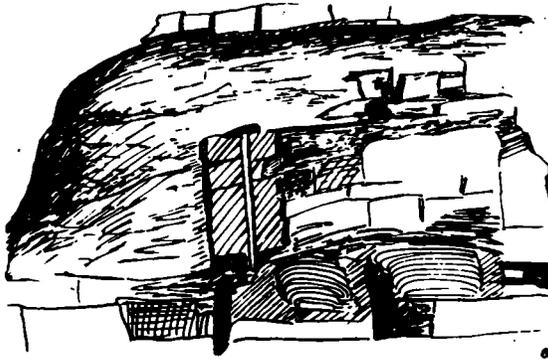
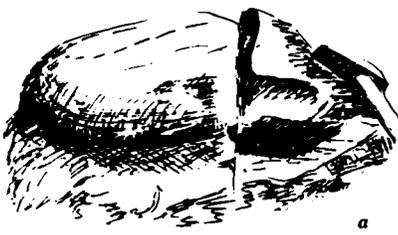


Рис. 29. Биогермы с *Kussiella* Kryl.

а-д - нижний рифей, котуйканская свита; Анабарский массив, р. Котуйкан: а, в - биогермы, покрытые пластовой коркой, б, г, д - вертикальные сечения



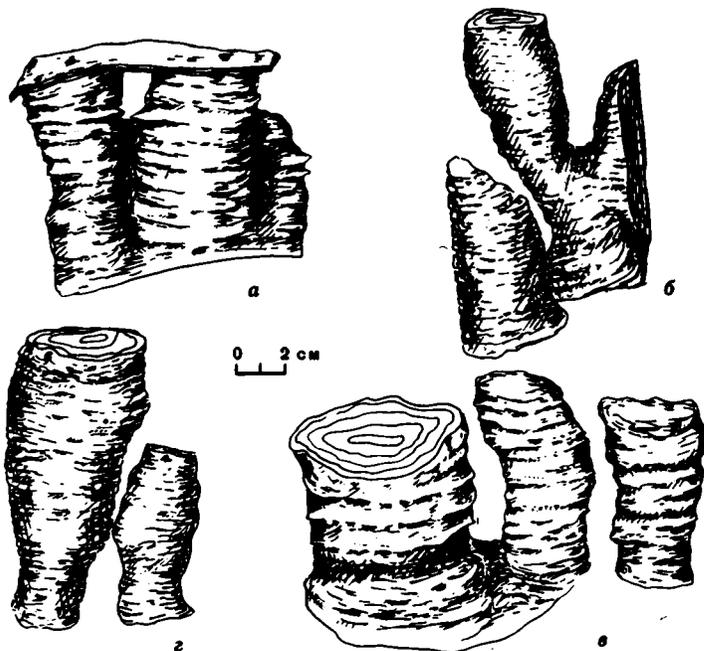


Рис.30. Форма столбиков *Kussiella kussiensis* Kryl. (а,в) и встречающихся совместно с ними построек (б,г)

а-г - нижний рифей, котуйканская свита; Анабарский массив, р.Котуйкан у устья р.Ильи

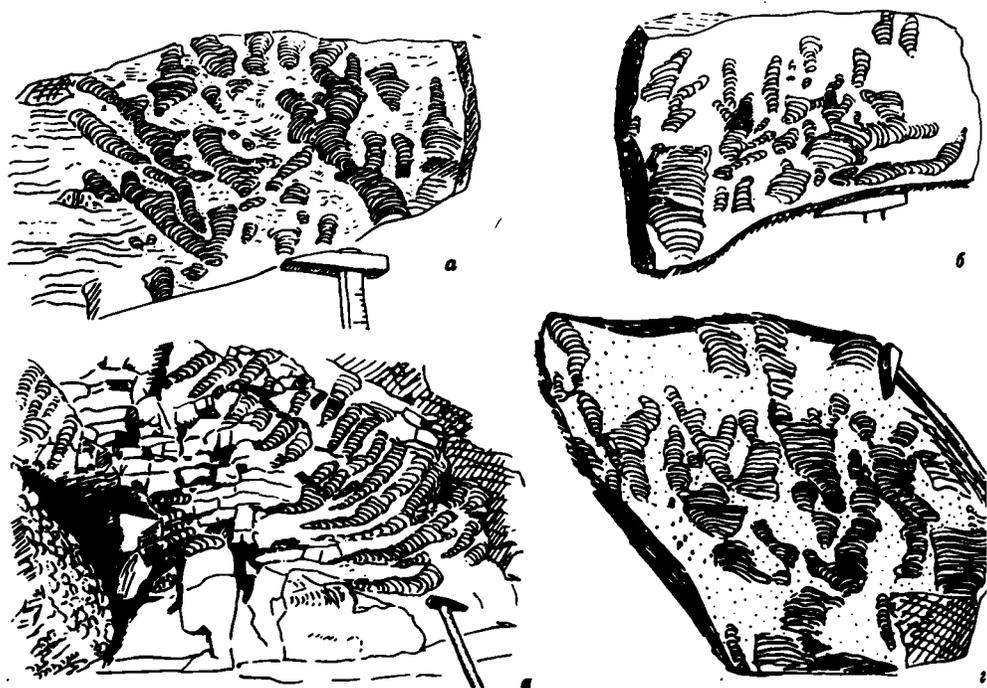


Рис.31. Краевые части биогермов с *Kussiella* Kryl.

а-г - нижний рифей, котуйканская свита; Анабарский массив, р.Котуйкан

столбики из краевых частей биогермов нельзя считать куссиеллами, но, к сожалению, ограниченный каменный материал не позволил пока выделить их в самостоятельную группу.

Во-вторых, часто встречаются вертикальные или слабонаклонные столбики достаточно сложной формы. По общему облику столбиков и характеру ветвистости они похожи на *Gymnosolen* или на *Inzeria*, но тоже отличаются "куссиелловым" характером бокового ограничения (рис. 32, 33). Четкость их морфологических признаков и широкое распространение в нижнерифейских биогермах р. Котуйкан позволяют выделить эти постройки в самостоятельную группу *Iliella* Krylov, *g. n.* с типовой формой *Iliella kotuikanica* Kryl., *f. n.* Их описание дано в приложении.

Надо заметить, что по сравнению с гораздо более многочисленными и четкими постройками *Kussiella* количество таких форм относительно невелико. Очевидно, это обстоятельство и было причиной того, что в нижнем рифее указывались только "пассивноветвящиеся" постройки (Комар, 1966; Голованов, 1970; и др.). Постройки *Iliella* чаще встречаются в краевых частях биогермов (см. рис. 31, а, г), но могут соседствовать с куссиеллами в центральных частях биостромов (см. рис. 27, в; рис. 32).

В полно развитых биогермах столбчатая центральная зона перекрывается пологовыпуклой коркой, представляющей собой типичные пластовые строматолиты (см. рис. 29, б, в). У многих биогермов эта корка выражена слабо, а нередки случаи, когда она отсутствует, и столбики перекрываются слоистыми известняками того же типа, что и породы, вмещающие биогермы (см. рис. 29, г).

Все части биогермов и биостромов имеют одинаковую текстуру и структуру слоев, и это позволяет рассматривать их образование как результат развития определенных сообществ водорослей. Влияние внешних условий приводило, очевидно, к тому, что биогермы и биостромы занимали различную площадь — от небольших участков дна (см. рис. 29, а) до многих десятков и сотен квадратных метров. От выдержанности или резкой смены условий зависело, очевидно, пройдет ли водорослевая ассоциация все стадии развития, которые

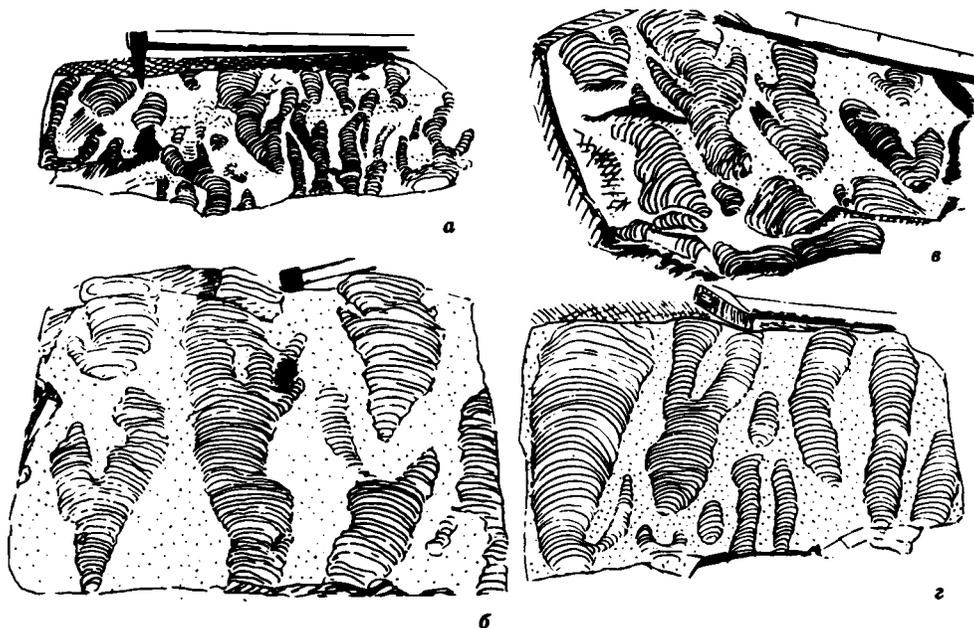


Рис. 32. *Iliella kotuikanica* Kryl. в нижнерифейских биогермах

а-г — котуйканская свита; Анабарский массив, р. Котуйкан

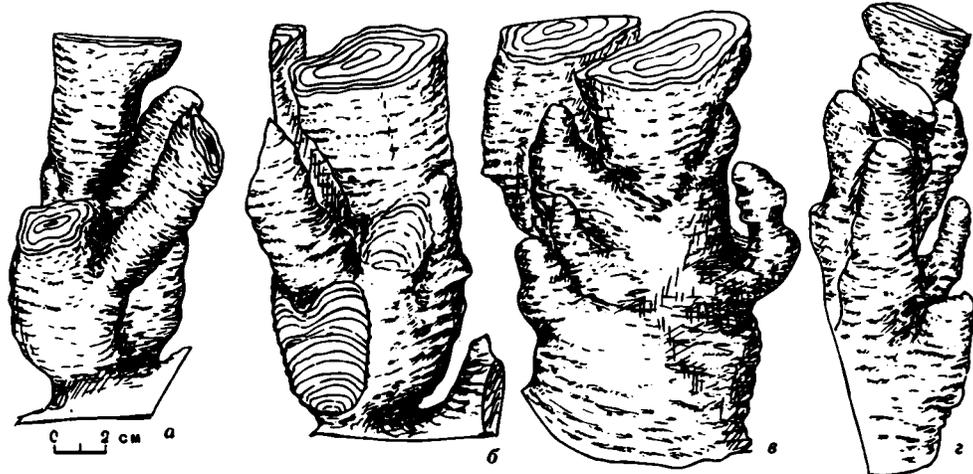


Рис.33. Форма столбиков *Liella kotuikanica* Kryl.

а-г - нижний рифей, котуйканская свита; Анабарский массив, р.Котуйкан у устья р.Ильи

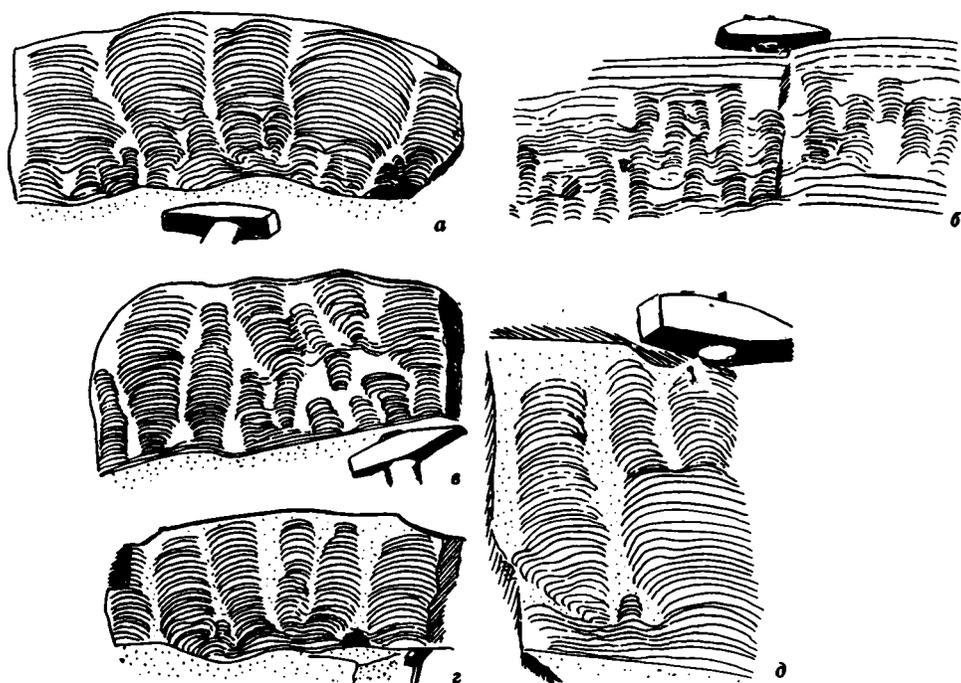


Рис.34. Биогермы с *Omachtenia* Nuzhn. и *Kussiella* Kryl.

а-д - нижний рифей, гонамская свита; р.Учур у устья р.Бердякит

находят отражение в зональном строении биогермов, или прекратит рост, не пройдя этих стадий. Разумеется, что образование пологонаклонных столбиков в краевых частях биогермов было возможно, если вокруг постройки имелось свободное пространство.

Присутствие абсолютно идентичных (и морфологически, и текстурно) построек в нижнерифейских отложениях регионов, удаленных друг от друга на тысячи километров, можно объяснить только наличием одинаковых водорослевых сообществ, которые росли в сходных условиях. В более молодых слоях подобные постройки пока описаны не были¹.

Биогермы с *Omachtenia Nuzhn.*, из которых тоже отмечена *Kussiella kussiensis* Kryl., лучше всего можно наблюдать на правом берегу р. Учур у устья р. Бердякит. В песчано-сланцевых толщах гонамской и омахтинской свит заключены куполоподобные и караваеобразные биогермы высотой до 1,5–2 м и шириной до нескольких метров, сложенные преимущественно пластовыми и столбчато-пластовыми строматолитами. К сожалению, удалось сделать только самые схематические зарисовки некоторых из них (рис. 34). Но и на них видны черты сходства с некрупными биогермами Котуйкана. В основании биогермов видна отчетливая пластовая зона, от которой выше отделяются нечеткие столбики, соединенные множеством общих слоев-мостиков. Биогерм обычно облекается коркой пластовых построек. В случаях, где столбики видны более четко, их общее сходство с постройками *Kussiella* особенно заметно (см. рис. 34, в–д).

Текстурные особенности двух других широко распространенных в нижнерифейских отложениях форм – *Conophyton cylindricum* Masl. и *C. garganicum* Kor. – недавно были подробно описаны (Комар и др., 1965а, стр. 30–34, 42–46). Это субцилиндрические отрезки столбиков, образованные конически изогнутыми слоями, которые имеют у *Conophyton cylindricum* "прерывистую ленточно-полосчатую", а у *Con. garganicum* "прерывистую штриховатую микроструктуру" (Комар и др., 1965а, стр. 30, 42). Поскольку эти образцы представляют собой фрагменты более крупных сложных биогермов, рассмотрим коротко их строение на примере конофитоновых биогермов бакальской свиты Южного Урала.

Биогермы с *Conophyton* приурочены к среднебакальскому горизонту бакальской свиты. Четыре из них наблюдались в стенках карьера 3, один – в Гаевском карьере горы Иркутскан и один – в естественных обнажениях на горе Березовой к северу от поселка Бакал². Все они имеют форму слегка сплюсненной гигантской капли. Приведем их размеры (а – длина биогерма, б – ширина, в – высота, в м):

Карьер 3:

- 1) а = 1,5; б = 1,5; в = 1; 3) а = 25; б = 20; в = 5–6;
2) а = 5; б = 4; в = 2,5; 4) а = 25, б = 20–25; в = 4.

Гаевский карьер:

а = 180–200; б = 50; в = 20.

Гора Березовая:

а и б не менее 20–30; в = 5–6.

Несмотря на разницу в размерах, все эти биогермы имеют общие черты строения. В каждом из них можно выделить три зоны, соответствующие стадиям его развития: 1) основание биогерма, сложенное своеобразными упло-

¹ Имеется упоминание, что строматолиты с микроструктурой, характерной для *Kussiella kussiensis* Kryl., встречены в светлинском горизонте среднего рифея (Семихатов и др., 1970, стр. 38), но никаких данных о морфологии этих построек не приводится.

² Краткая характеристика этих биогермов давалась ранее (Крылов, 1959а; Крылов, Шаповалова, 1970а, стр. 37–38).

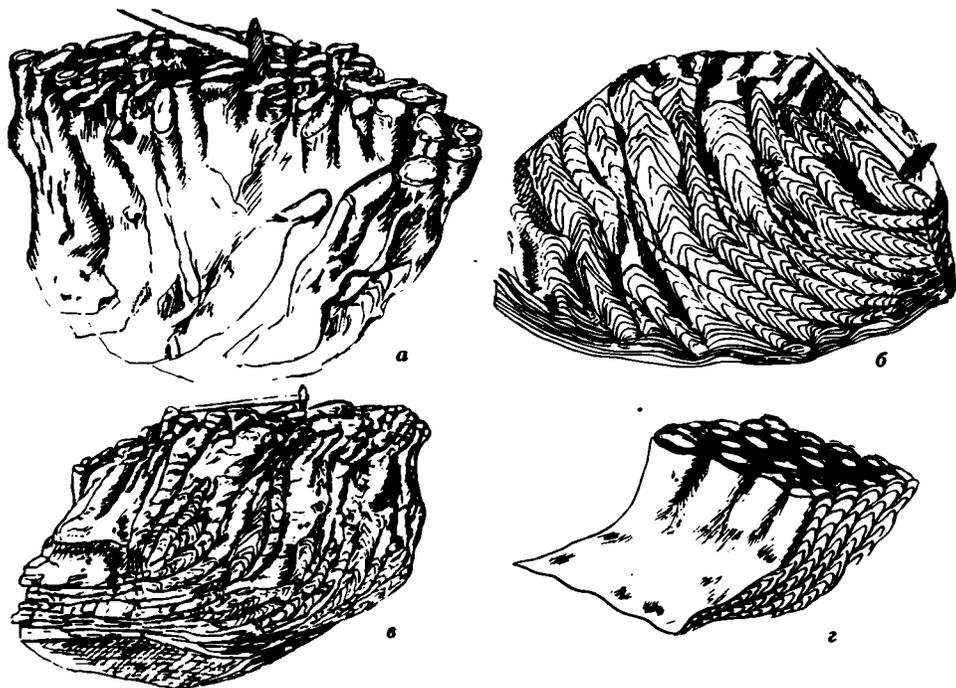


Рис.35. Уплощенные строматолиты из основания биогермов с *Conophyton cylindricum* Masl.

а-в - нижний рифей, бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал, г - схема строения биогерма

шенными постройками, 2) средняя часть биогерма, сложенная тесно сближенными столбиками, которые имеют куполоподобную форму слоев в нижней части и коническую в верхней и 3) замыкание биогерма - зона, образованная строматолитами с выполаживающимися и уплощенными слоями.

Основание всех наблюдавшихся биогермов сложено своеобразными плоскими постройками, напоминающими стопку блинов гигантского размера (рис.35,а-г). Толщина каждой такой "лепешки" 7-12 см, ширина до 3 м и длина около 1,5 м. Они образованы наслаивающимися один над другим слоями толщиной 0,5-1,5 мм. Слои асимметрично изогнуты - они полого покрывают верхнюю часть постройки, резко подгибаются книзу и обрываются. В горизонтальном сечении передняя (верхняя) часть этих построек имеет форму сильно вытянутого эллипса. Рост каждой такой постройки начинается с облекания слоями небольшого бугорка на субстрате (см. рис. 35,б), затем слои нарастают с постоянным смещением в сторону внешнего края биогерма, так что постройка имеет наклон в $15-25^{\circ}$ относительно плоскости пласта. На расстоянии 30-40 см от основания слои начинают нарастать относительно унаследованно, так что постройка располагается перпендикулярно плоскости пласта. Верхняя часть "лепешки" распадается на несколько бугорков, и постройка в целом имеет вид лопасти с зазубренным передним краем (см. рис. 35,г).

Центральная часть биогерма сложена плотно прижатыми один к другому субцилиндрическими столбиками с округлым и овальным поперечным сечением. В нижней части они имеют диаметр от 7-8 до 20 см и высоту от 10-15 до 50-60 см. В продольном сечении они напоминают частокол из вертикально поставленных поленьев, а в горизонтальном - похожи на торцовую мостовую

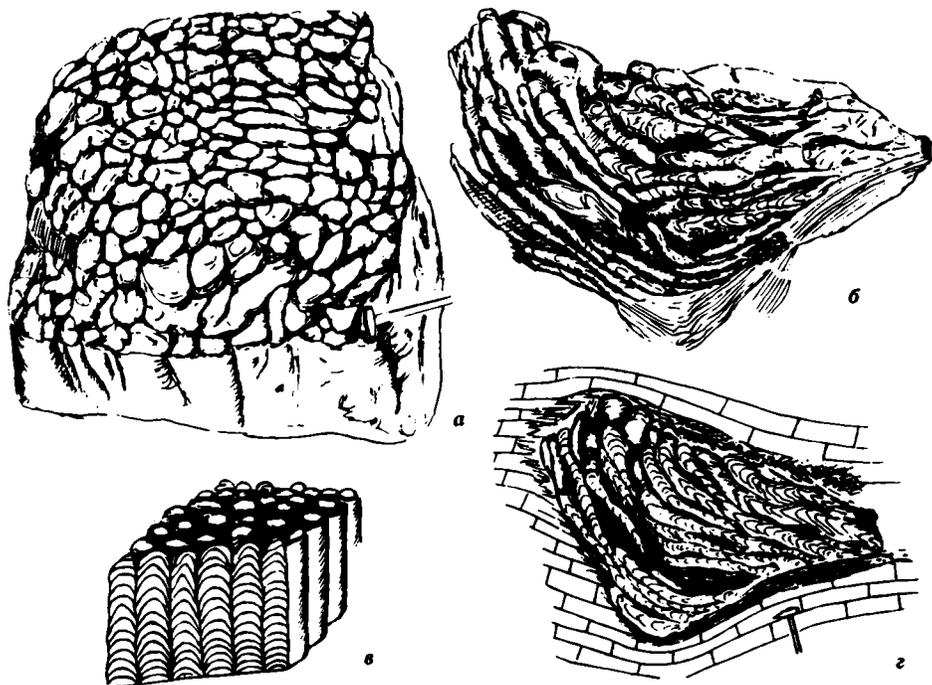


Рис.36. Некрупные неразвившиеся биогермы со строматолитами типа *Collenia frequens* Walc. из слоев с биогермами *Conophyton*

а,б - нижний рифей, бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал. в,г - схема строения

(рис. 36; см. рис. 35,а). Каждый столбик образован куполовидными слоями, иногда островерхими, чаще с уплощенной вершиной. Характерным признаком является тесная сближенность столбиков (между ними почти нет промежутков) и непостоянность степени выпуклости слоев в одном и том же столбике и в соседних столбиках; отношение высоты купола к его диаметру колеблется от 1:4 в широких столбиках до 1:1 и больше в узких. В целом вверх по столбикам слои становятся более выпуклыми и постепенно изменяются по форме от куполов к конусам, характерным уже для "типичных" конофитонов. Эти строматолиты определялись как *Collenia frequens* Walc. (Крылов, 1959а, стр. 1313-1314), но они вполне отвечают диагнозу группы *Collumnacolenia* Kogol. Вл. А. Комар (1964, стр. 87, 88; 1966, стр. 9) выделяет подобные строматолиты в самостоятельную группу *Colonnella*. Можно брать то или иное наименование, но во всех случаях отнесение этих форм к "неветвящимся строматолитам" было бы ошибкой, поскольку ветвистость (хотя и не очень частая) у этих форм наблюдается (см. рис. 35,а,в; рис.36,а).

Коллумаколлени совершенно постепенно переходят в конофитоны. Столбики с коническими слоями в бакальских биогермах имеют диаметр от 7-8 до 20-25 см, редко больше, высота их зависит от размеров биогерма и достигает 12 м (замер непосредственно по одному столбику). Общая высота столбчатых построек центральной зоны в биогерме Гаевского карьера превышает 20 м. Эти столбики сложены слоями толщиной от долей миллиметра до 1-2 мм с мелкогустковой структурой; в участках, сложенных коническими слоями, четко выделяется осевая зона шириной до 1-2 см, где узловатость слоев выражена особенно ясно. В краевой части столбиков слои утоняются и

выклиниваются на различной высоте, не доходя до основания столбиков. Степень выпуклости слоев (и соответственно угол при вершине конуса) постоянна в одном и том же столбике и у соседних построек.

Ниже приведены замеры параметров 28 таких конусов (в см); поскольку большая часть конофитонов имеет овальное поперечное сечение, даны отдельно замеры большей (а) и меньшей (б) полуосей эллипсов; высота конуса обозначена буквой в. Конусы имеют не остроконечную, а слегка скругленную вершину.

1) а = 7;	б = 5;	в = 14	15) а = 15;	б = 11;	в = 35
2) а = 6;	б = 3;	в = 20	16) а = 8;	б = 5;	в = 15
3) а = 6;	б = 4;	в = 15	17) а = 7;	б = 5;	в = 17
4) а = 10;	б = 7;	в = 10	18) а = 9;	б = 3;	в = 30
5) а = 10;	б = 7;	в = 30	19) а = 7;	б = 4;	в = 30
6) а = 10;	б = 5;	в = 30	20) а = 12;	б = 10;	в = 40
7) а = 7;	б = 5;	в = 12	21) а = 8;	б = 8;	в = 40
8) а = 5,5;	б = 5;	в = 12	22) а = 14;	б = 10;	в = 26
9) а = 9;	б = 6;	в = 22	23) а = 6;	б = 3;	в = 12
10) а = 7;	б = 4;	в = 12	24) а = 7;	б = 5;	в = 16
11) а = 7;	б = 5;	в = 17	25) а = 10;	б = 5;	в = 28
12) а = 10;	б = 5;	в = 30	26) а = 7;	б = 4;	в = 10
13) а = 7;	б = 4;	в = 27	27) а = 4;	б = 3;	в = 11
14) а = 11;	б = 7;	в = 30	28) а = 5;	б = 2,5;	в = 14

Мы видим, что диаметр этих образований и степень выпуклости слагающих их микрослоев могут колебаться в значительных пределах.

Столбики конофитонов расположены вертикально или крутонаклонно относительно плоскости пласта. Разница в угле наклона определяется положением столбика в биогерме. В продольном сечении центральная часть биогерма похожа на сноп: в середине столбики расположены вертикально (рис. 37, а, в), а у краев наклонены в стороны от центра, причем максимальное отклонение от вертикали достигает 20–30° (см. рис. 37, а, б, г, д). С наклоном столбика связана и симметричность слагающих его слоев. В вертикально расположенных столбиках средней части биогерма конусы симметричные, а в боковых частях верхушка конуса смещается в сторону наклона столбика, т.е. к краю биогерма. Эта закономерность проявляется настолько отчетливо, что по асимметричному конофитону обычно можно безошибочно определить, в какой стороне находится центр биогерма (см. рис. 37, г, д).

Ветвистость у конофитоновых столбиков наблюдается не часто, причем столбик разветвляется не более чем на два новых, однако это явление не исключительное. Мне неоднократно попадались такие "ветвистые" конофитоны. На ветвление бакальских конофитонов справедливо указал В.П. Маслов (1938, стр. 280), считавший этот признак видовым для *Conophyton cylindricum*.

Многочисленные боковые ответвления у конофитоновых столбиков можно наблюдать в краевых частях биогермов, где встречаются самые настоящие якутофитоны (рис. 38, б). Но в бакальской свите подобные постройки встречаются редко.

В верхней части биогерма конически изогнутые слои, слагающие столбики, начинают выполаживаться, и каждый столбик оканчивается как бы плоской крышкой, причем одна такая крышка может прикрывать сразу несколько столбиков (см. рис. 38, а, г). Тесно прижатые одна к другой плоские крышки конофитоновых столбиков покрывают всю верхнюю и боковую поверхность биогерма и делают ее похожей на панцирь огромной черепахи (см. рис. 37, а, б; рис. 38, а).

Эти три зоны прослеживаются во всех изучавшихся нами конофитоновых биогермах Бакала. Совершенно постепенная смена одних построек другими, одинаково проявляющаяся и в крупных, и в мелких биогермах, показывает, что, как и у биогермов с *Kussiella kussiensis*, каждая зона соответствует, очевидно, определенной стадии развития водорослевой ассоциации, которая строила этот биогерм.

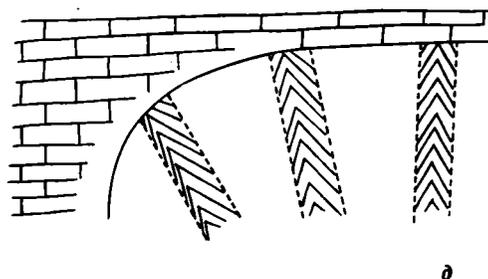
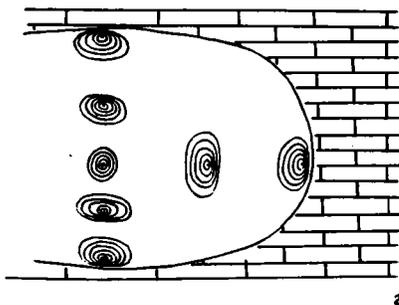
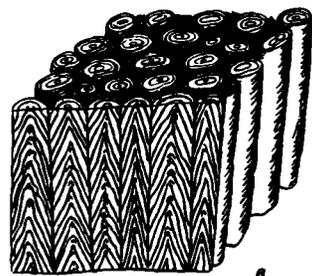


Рис.37. Строение биогермов с *Conophyton cylindricum* Masl. Нижний рифей, бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал

а,б - верхняя и краевая части биогермов; в - схема строения центральной части биогермов; г,д - распределение симметричных и асимметричных столбиков в биогерме: г - в плане, д - в разрезе

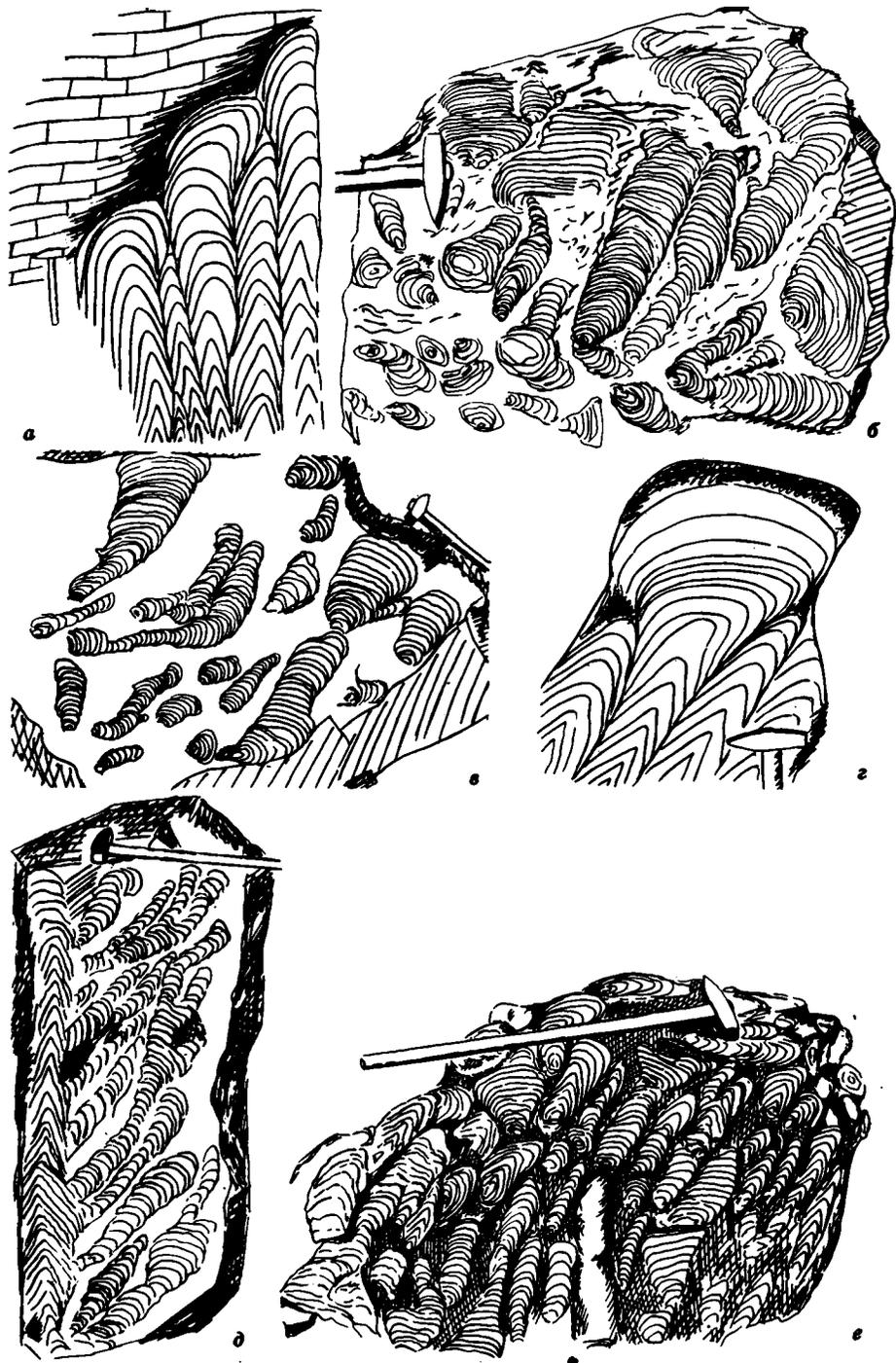


Рис.38. Краевые участки биогермов с *Conophyton cylindricum* Masl.

а-е - нижний рифей, бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал. Особенно интересен рис.д, изображающий типичную постройку *Jacutophyton* Schar.

Нижняя зона отвечает этапу, когда водоросли укрепились на субстрате, сгладили неровности его рельефа и создали фундамент будущей постройки. Центральная зона соответствует этапу максимального развития ассоциации. Продолжительность его была неодинаковой у разных биогермов, и поэтому длина столбиков, соответствующих этому этапу, тоже различна. Наконец, верхняя часть биогерма отвечает этапу отмирания ценоза.

Следует отметить, что биогермы расположены в одном стратиграфическом горизонте, но на разных уровнях. Когда один биогерм проходил стадию замыкания столбиков, соседний только зарождался или находился в полном "расцвете". Таким образом, смену построек нельзя объяснить просто общим изменением условий в бассейне. Бывают случаи, когда стадии развития были неодинаковыми по длительности: по существу рост биогерма прекращался в самом начале образования столбчатой зоны (см. рис. 36). Общий характер текстуры строматолитовых слоев сохраняется одинаковым по всему биогерму, за исключением того, что у конофитонов отчетливо видна узловая "осевая зона". Это позволяет сделать вывод, что все эти биогермы были образованы одним видом или постоянным симбиозом водорослей, а все типы построек — и плоские "лепешки" из основания, и столбики колоннелл с куполообразными слоями, и собственно конофитоновые столбики с коническими слоями, вертикальные и наклонные, с симметричными и асимметричными конусами, и уплощенные столбики с "крышками" из верхней части биогерма — составляют единый биогермный ряд построек, сопутствующих форме *Conophyton cylindricum* Masl.

Подобные биогермы в других регионах пока не известны. Описания конофитонов из нижнерифейских отложений севера Сибирской платформы не сопоставлялись характеристиками биогермов. Исключение составляют биогермы с *Collenia frequens* Walcott из серии Бейт США, изображения которых приводятся на рис. 16. Мне кажется, что они напоминают "недоразвившиеся" биогермы из бакальской свиты, изображенные на рис. 35, б, в и рис. 36, б. Кроме чисто внешнего сходства о близости этих построек говорят и отмеченные К. и М. Фентонами в этом биогерме разновидности с куполоподобными и коническими слоями, связанные постепенными переходами. Конечно, такого внешнего сходства недостаточно для утверждения, что мы имеем дело с идентичными образованиями, но такая возможность не исключена. К тому же, именно из этих толщ указывались находки *Conophyton* Masl. (Cloud, Semikhatov, 1969, стр. 1038).

Характеристику нижнерифейского строматолитового комплекса следует закончить кратким описанием еще двух типов биогермов.

В отложениях котуйканской свиты на р. Котуйкан кроме куссиелловых биогермов имеются и постройки, сложенные тесно сближенными вертикальными и наклонными столбиками (рис. 39, а-е). Н.П. Голованов (1970, стр. 61-66) часть их описал как постройки новой группы *Conusella* Gol., а часть отнес к группам *Colonnella* и *Conophyton*. Подобные постройки в других регионах пока неизвестны, нет их и в более молодых отложениях, что позволяет, несмотря на относительно небольшую площадь распространения, считать их характерными нижнерифейскими формами. Трудно согласиться с отнесением их к "неветвящимся" строматолитам, как это делает Н.П. Голованов, поскольку ветвление, хотя и не очень частое, обычно для этих построек (см. рис. 39, а, б, г), да и сам Голованов (1970, стр. 62), отмечая, что для построек *Conusella irregularis* "ветвление не свойственно", на той же странице пишет, что "иногда от основных столбиков отходят короткие боковые отростки" и иллюстрирует это изображением ветвистой постройки (там же, см. рис. 3).

В нижнебакальской толще бакальской свиты в северо-восточной части горы Иркутскан у пос. Бакал содержатся своеобразные биогермы столбчато-желваковых строматолитов (Крылов, 1959а, стр. 1313). Они образованы крупными, тесно сближенными строматолитовыми столбиками. Вмещающая толща сложена голубовато-серыми доломитами, обычно сидеритизированными, с прослоями черных и серых глинистых и углисто-глинистых сланцев; биогермы заключены как

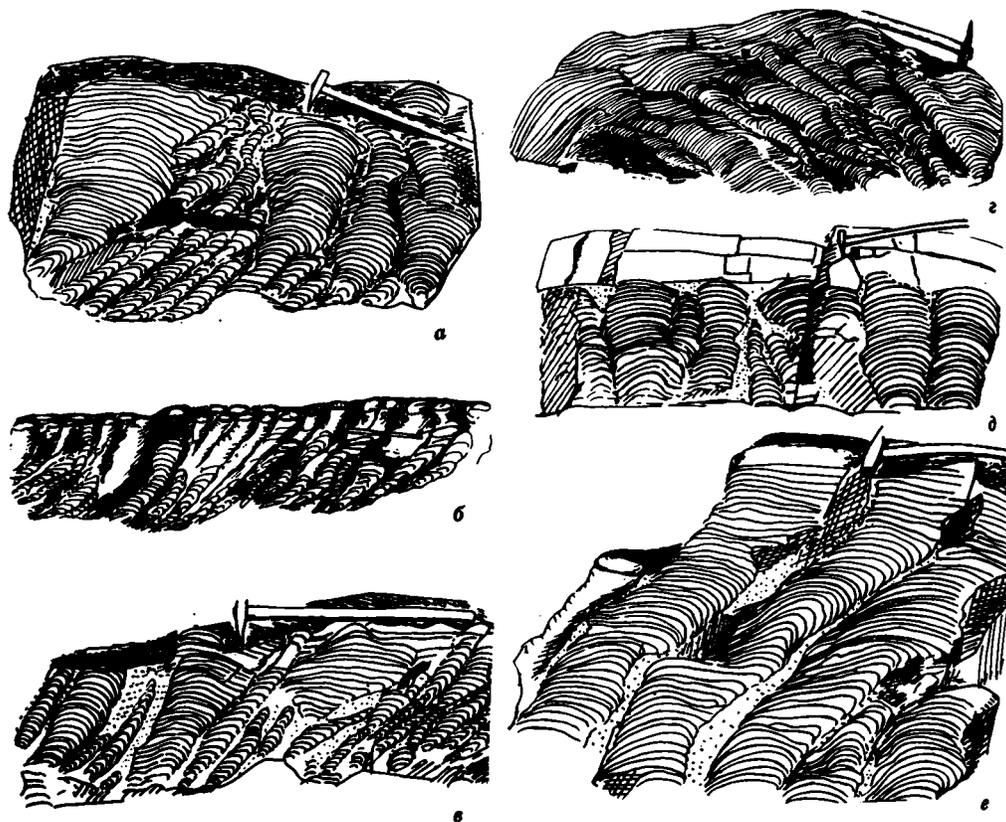


Рис.39. Асимметричные крупнстолбиковые строматолиты нижнего рифей Анабарского массива

а-е - нижний рифей, котуйканская свита; р.Котуйкан

в пластах доломитов, так и в толще сланцев. В последнем случае они хорошо видны в стенках карьеров или просто вываливаются на дно карьеров в виде огромных желваков, напоминающих внешне кочан цветной капусты или кучевое облако. Большинство их имеет округлые очертания (рис. 40, а-г), часть - удлиненную форму (см. рис. 40, д, е). Длина таких желваков колеблется от 1-2 до 7-8 м, ширина от 1 до 4-5 м, высота редко превышает 1-1,5 м.

В основании биогермов обычно можно видеть тонкую (до 2-3 см) корку, облегающую неровности субстрата. По существу это пластовый строматолит, являющийся фундаментом будущей колонии. На неровностях и буграх этой базальной корки начинают нарастать тесно сближенные, но обособленные один от другого столбики шириной от 7-10 до 20 см и высотой до 1,5 м. Они сложены куполообразно изогнутыми слоями толщиной от 0,5 до 1-2 мм. Степень выпуклости слоев (отношение высоты арки к ее диаметру) меняется от 1:4 до 1:2, редко больше. Иногда слой имеет в верхней части коническую форму; в таких случаях в верхушках конусов наблюдается узловатая структура, похожая на осевую зону конофитонов, описанных ниже. Однако эти биогермы отличаются от конофитоновых иным типом текстуры слоев, которую можно назвать простой пластинчатой. В центральной части биогермов столбики расположены вертикально и имеют форму неправильных, слегка расширяющихся в верхней части цилиндров. В краевых частях биогермов столбики наклонены в стороны от центра под различными углами и имеют форму резко расширяющихся снизу вверх асимметричных желваков. В верхней части биогермов появляется большое количество общих слоев, покрывающих несколько соседних столби-

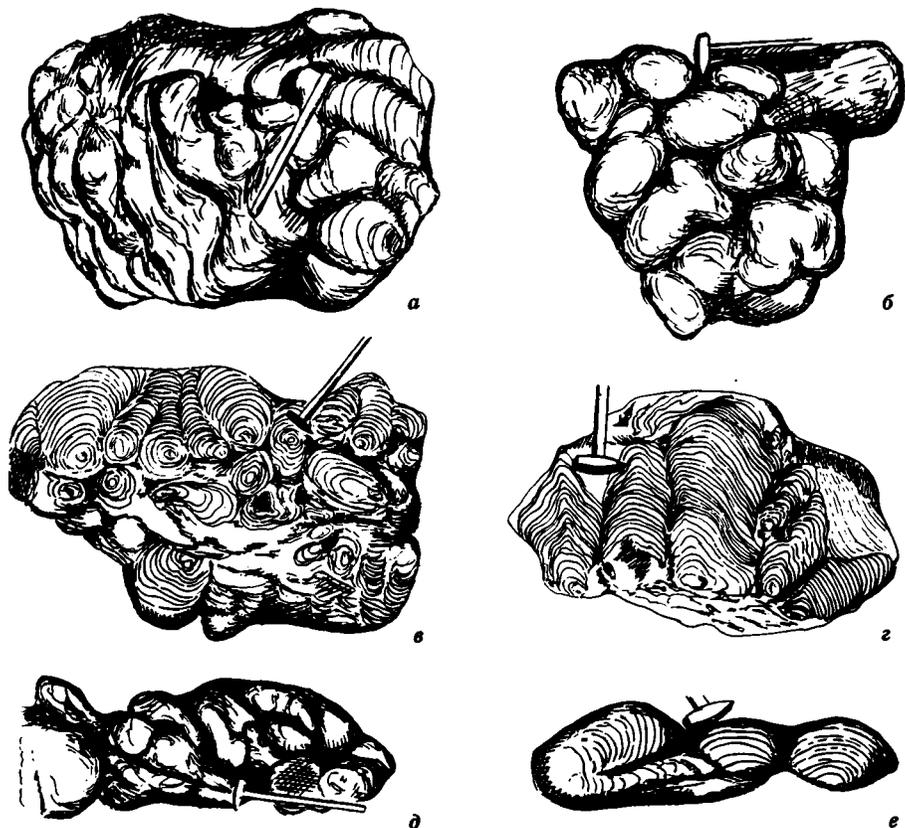


Рис.40. Биогермы столбчато-желваковых строматолитов *Gaia irkushanica* Kryl.

а-е - нижний рифей, бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал

ков. Сначала столбики срastaются по два или по три, потом срastaются и эти крупные столбики - и столбчатые постройки постепенно сменяются пластовыми.

В этих биогермах разнообразие морфологических признаков построек невелико, но и здесь отчетливо выделяются три зоны: основание биогерма, центральная часть и кровля. У столбчатых построек из центральной части общая форма, ориентировка, симметричность и асимметричность слоев зависят от положения в биогерме и закономерно изменяются от центра биогерма к его краям. Следует особо отметить, что в средней части биогерма столбики ориентированы перпендикулярно слоистости, имеют субцилиндрическую форму, а слагающие их слои имеют форму правильных симметричных куполов. Переходы между морфологически различными строматолитами в пределах биогермов происходят постепенно, а структура слоев в пределах всего биогерма одинакова.

Все наблюдавшиеся биогермы этого типа приурочены к нижнебакальской толще, но расположены на различных уровнях. Как и в описанных выше конофитоновых биогермах, смена морфологических типов построек не была одновременной во всех биогермах: когда один биогерм только начинал расти, соседний находился в стадии наибольшего "расцвета". Однотипное строение этих биогермов свидетельствует, по-видимому, об общности их биологической природы. Все они были образованы одним видом или комплексом видов; каждая колония проходила в своем развитии определенные этапы, отвечающие ее зарождению, расцвету и отмиранию.

Первоначально я сравнивал эти постройки с *Collenia symmetrica* Fent. et Fent. и с *Collenia undosa* Walc. (Крылов, 1959а, стр. 1313), которые то-

же образуют куполоподобные биогермы, состоящие из тесно сближенных столбиков (С. L. Fenton, M. A. Fenton, 1937, фиг. 16, 17, табл. 11, 3; Rezak, 1957, табл. 19, 2). Сейчас мне кажется более правильным выделить эти столбчатожелваковые постройки в самостоятельную группу *Gaia* с типовым видом *G. irkuskatica* f.n. Описание этой формы дается в приложении.

Долгое время не имелось никаких сведений об аналогичных строматолитах из других регионов. Но осенью 1970 г. А.И. Тутаринов передал в Геологический институт штуф строматолитов из древних толщ района Буазера (Марокко), которые оказались поразительно близкими к бакальским *Gaia* (табл. II, 1, 2). Геологическое положение толщи, из которой собраны эти образцы, вполне допускает возможность их параллелизации с бакальской свитой.

ВТОРОЙ СТРОМАТОЛИТОВЫЙ КОМПЛЕКС РИФЕЯ—ЮРМАТИНСКИЙ, ИЛИ ЯКУТСКИЙ (СРЕДНИЙ РИФЕЙ)

Среднерифейские толщи, содержащие строматолиты, известны на Урале (авзянская свита и ее аналоги), в Учуро-Майском районе и Сетте-Дабане (отложения от светлинской свиты до кровли третьей толщи лахандинской свиты), на Енисейском кряже (свиты карточки, джурская и шунтарская), в Туруханском районе (свиты сухотунгусинская, деревнинская и свита р. Буровой), на Чекуровском поднятии (уктинская, эсэлэхская свиты), на Тянь-Шане (оввская свита Киргизского хребта и ортогауская толща хр. Ортогау), на Колымском массиве (чебукулахская свита) и на Оленекском поднятии (арьмасская, дебенгдинская и нижняя часть хайпахской свиты). Не совсем ясным представляется вопрос о среднерифейском строматолитовом комплексе в опорном разрезе севера Сибирской платформы на р. Котуйкан.

Наиболее полно охарактеризованы строматолитами и, пожалуй, лучше всего изучены в настоящее время среднерифейские отложения Юдомо-Майского прогиба (рис. 41). Вопросы стратиграфии и строматолиты этого региона в последние годы детально рассматриваются в ряде работ (Нужнов, 1967; Воронов и др., 1966; Нужнов, Шаповалова, 1968; Крылов и др., 1968; Крылов, Шаповалова, 1970а, б; Комар и др., 1970; и многие другие).

В эннинской свите и ее аналогах С. В. Нужнов и И. Г. Шаповалова (1965) отметили присутствие строматолитов *Stratifera* sp.; редких *Kussiella* sp. вместе с *Baicalia prima* Semikh. и *Baicalia* sp. Несколько позже (Воронов и др., 1966) в доломитах светлинской свиты бассейна р. Белой, сопоставляемых в этой статье с эннинской свитой бассейна р. Май, была указана также *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. В 1968 г. (Крылов и др., 1968) строматолиты светлинской и эннинской свит были выделены в самостоятельный светлинский строматолитовый комплекс, содержащий формы *Svetliella svetlica* Schar., *Colonnella kyllachii* Schar., *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl., *Baicalia prima* Semikh., *Omachtenia* sp. и *Stratifera* sp.

Вл. А. Комар, М. А. Семихатов, С. Н. Серебряков и Б. Г. Воронов делают вывод о том, что светлинская свита является более древней, чем эннинская. Из светлинской свиты между речья Трехгорки и Белой ими указываются *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl., *Colonnella kyllachii* Schar., *Svetliella svetlica* Schar. и *Sv. tottuica* Kom. et Semikh. В бассейне р. Северный Уй в толщах, относимых этими авторами к светлинской свите, ими были определены *Colonnella kyllachii* Schar., *Svetliella svetlica* Schar., редкие *Sv. tottuica* Kom. et Semikh., а также *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl. и единичные *Conophyton garganicum* Kor. Форма *Svetliella svetlica* Schar. была встречена также и в верхней части нижележащей тальнской свиты. Вопрос о распространении строматолитов светлинского комплекса в разрезах Сетте-Дабана и Учуро-Майского района подробно рассмотрен в работе И. Г. Шаповаловой (1971). Все эти данные приведены на рис. 41.

При выделении светлинского комплекса (Крылов и др., 1968, стр. 426) отмечалось присутствие в нем форм нижнерифейского (*Kussiella*, *Omachtenia*)

и среднерифейского (*Baicalia*) облика, что позволяет рассматривать его как промежуточный между нижним и средним рифеем, однако наличие несомненных среднерифейских *Baicalia baicalica* и *B. prima* указывает на его принадлежность скорее к среднему, чем к нижнему рифею. Эта же точка зрения была поддержана Вл.А. Комаром и др. (1970, стр. 43). За пределами Учуро-Майского района и Сетте-Дабана светлинский комплекс пока не выделяется.

Следующим характерным горизонтом со строматолитами в пределах этого региона является ципандинская свита. Из нее С.В. Нужновым и И.Г. Шаповаловой (1965) указывались *Baicalia aimica* Nuzhn., *B. baicalica* (Masl.) Kryl., *B. prima* Semikh., *Tungussia* sp., *Stratifera* sp., *Irregularia* sp. и *Conophyton* sp. Позже (Крылов и др., 1968) к этому списку был добавлен *Jacutophyton* sp., а еще позже (Крылов, Шаповалова, 1970б, стр. 53) — *Jacutophyton ramosum*, Schar., *J. multiforme* Schar., *Conophyton cylindricum* Masl. и *C. metula* Kir. Относительно небольшой список ципандинских строматолитов, однако, не отражает полностью всего их многообразия, поскольку под названием *Baicalia* sp., *Tungussia* sp. и *Irregularia* sp. до сих пор скрываются очень своеобразные, хорошо узнаваемые в поле и в образцах строматолиты с нечеткой неунаследованной слоистостью и столбиками прихотливой, неправильной формы. Часть их была совсем недавно обработана И.Г. Шаповаловой (см. рис.41). В 1968 г. ципандинские строматолиты были выделены в самостоятельный комплекс (Крылов и др., 1968).

Наиболее богата разнообразными строматолитами в Учуро-Майском районе лахандинская свита. Систематическое изучение их началось с 1960 г., когда отсюда была описана *Collenia milconi* Nuzhn. (Нужнов, 1960, стр. 1422), а чуть позднее *C. baicalica* Masl. и *Conophyton lituum* Masl. (Келлер и др., 1960). В 1965 г. (Нужнов, Шаповалова) свита была разделена на два горизонта. В нижнем, джигдинском, который отвечал кумахинской и мильконской подсвитам, были определены *Conophyton lituum* Masl., *C. cylindricum* Masl., *Collenia frequens* Walc., *Baicalia ingilensis* Nuzhn. и *B. prima* Sem. В первушинском горизонте (нельканская и игниканская подсвиты) были определены *Baicalia maica* Nuzhn., *B. lacera* Semikh., *B. prima* Semikh. и *Tungussia sibirica* Nuzhn. В это же время Вл.А. Комар и М.А. Семихатов (1965, стр. 1386) определили в четвертой, игниканской, подсвите верхнерифейские формы *Gymnosolen confragosus* Semikh. и *Inzeria tjomusi* Kryl. В 1968 г. (Крылов и др., 1968) строматолиты из трех нижних толщ лахандинской свиты были выделены в самостоятельный лахандинский комплекс, а к их списку добавились *Jacutophyton ramosum* Schar., *J. multiforme* Schar., *Conophyton cylindricum* Masl., *C. lituum* Masl. и *C. metula* Kir.

В Туруханском районе среднерифейские строматолиты содержатся в свитах сухотунгусинской, деревнинской и буровой. Г.И. Кириченко (1955) и вслед за ним еще ряд исследователей указывали из этих толщ строматолиты *Collenia* и *Conophyton*. М.А. Семихатов (1960) отмечал присутствие в сухотунгусинской свите форм *Collenia baicalica* Masl. и *C. suchotungusica* Semikh., а в деревнинской — *C. baicalica* Masl. и *C. frequens* Walc. В 1962 г. М.А. Семихатов указывает на наличие в сухотунгусинской свите *Tungussia nodosa* Semikh., в сухотунгусинской и деревнинской — *Baicalia prima* Semikh., в деревнинской — *Collenia frequens* Walc., *Conophyton cylindricum* Masl. и *C. lituum* Masl. Из свиты буровой там же указаны *Baicalia lacera* Semikh. и *B. rara* Semikh. Несколько ранее Г.И. Кириченко (1961) описал из деревнинской свиты три формы из группы *Conophyton* Masl. — *C. metula* Kir., *C. hemisphaericum* (Masl.) и *C. cucurbita* Kir. Пересмотр материалов по конофитонам, проведенный Вл.А. Комаром, М.Е. Раабен и М.А. Семихатовым (1965а), позволил оставить в этом списке только *Con. lituum* Masl. и *Con. metula* Kir.

Сравнение с другими регионами позволяет видеть в строматолитах деревнинской и буровой свит аналоги лахандинского, а в строматолитах сухотунгусинской свиты — аналоги ципандинского строматолитовых комплексов, что подтверждается определением из деревнинской свиты *Jacutophyton ramosum* Schar. и *J. multiforme* Schar. (Крылов и др., 1968; Крылов, Шаповалова, 1970а).

деление *Conophyton*, пластовых строматолитов из группы *Stratifera* Korol. и *Irregularia* Korol. Особенно многочисленными оказались находки строматолитов *Collenia baicalica* Masl., послужившей типовой формой группы *Baicalia* Kryl. Вл.А.Комар, М.Е.Раабен и М.А.Семихатов (1965а), проведя ревизию образцов из авянской свиты, определили среди них *Conophyton metula* Kir., *Con. cylindricum* Masl. и *Colonnella* sp., а С.В.Нужнов — *Baicalia aimica* Nuzh. (Крылов и др., 1968). В последней работе было высказано мнение о наиболее вероятном сопоставлении авянских строматолитов с ципандинским комплексом. Наконец, в самое последнее время на р.Малый Инзер были обнаружены единичные *Jacutophyton ramosum* (Крылов, Шаповалова, 1970а).

Среднерифейские строматолиты на Тянь-Шане известны в оввской свите Киргизского хребта, в бассейне р.Джельдысу, откуда И.К.Королюк описала *Collumnacollenia talassica* Kor., *Stratifera rara* и другие стратиферы (Медведев, Королюк, 1958). Позже отсюда были определены *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. и *Baicalia kirgisica* Kryl. (Королев, Крылов, 1962; Крылов, 1963, 1967). Кроме того, *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. была встречена в орготауской толще хр.Орготау совместно с крупными *Conophyton* и пластовыми строматолитами из группы *Stratifera* (Крылов, 1967).

Среднерифейские строматолиты описывались также и из других регионов. На Среднем Урале из отложений, относимых к клыктанской свите в районе пос. Межевая Утка, описана *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. На Северном Урале из мойвинской свиты на р.Мойва (приток Вишеры) определены *Jacutophyton* sp. (Аблизин и др., 1969).

В Сибири среднерифейские строматолиты описаны из многих разрезов. На Оленекском поднятии к среднему рифею относятся арымасская, дебенгдинская и нижняя часть хайпахской свиты. Данные о распределении строматолитов в этих толщах приведены в работе Вл.А.Комара (1966). Из арымасской свиты указываются *Conophyton lituum* Masl. и *Baicalia minuta* Kom., из дебенгдинской — *Conophyton metula* Kir., *C. garganicum* Kor., *Anabaria radialis* Kom., *Platella protensa* Kom., *Colonnella cormosa* Kom., *Gongylina zonata* Kom. и *Nucleella inconformis* Kom. В нижней части хайпахской свиты встречен *Con.garganicum* var. *nordicus* Kom., Raab. et Semikh.

На Анабарском массиве Вл.А.Комар (1966) относит к среднему рифею нижнюю часть юсмастахской свиты, содержащую *Conophyton metula* Kir., *C.garganicum* Kor., *Colonnella lineata* Kom., *C. cormosa* Kom., *Anabaria divergens* Kom., *A. radialis* Kom., *Baicalia minuta* Kom. и *Nucleella simplex* Kom. При просмотре разреза юсмастахской свиты на р.Котуйкан летом 1966 г. среднерифейские строматолиты нами в этом разрезе встречены не были, что совпадает с данными З.А.Журавлевой (1964, стр. 58, 59), которая отмечает отсутствие в этом разрезе среднерифейского комплекса онколитов и катаграфий. Это ставит под сомнение наличие среднерифейских отложений в разрезе р.Котуйкан.

На Чекуровском поднятии к среднему рифею относятся уктинская, эсэлэхская и нэлэгэрская свиты (Коробов, 1963). Вл.А.Комар (1966) определил из уктинской свиты *Baicalia minuta* Kom., из эсэлэхской — *Conophyton cylindricum* Masl. и *Colonnella cormosa* Kom., из нэлэгэрской — *Con. cylindricum* Masl. В 1968 г. в уктинской свите был найден *Jacutophyton* sp., а в эсэлэхской свите — *Jacutophyton* cf. *ramosum* Schar., *Conophyton cylindricum* Masl., *Colonnella cormosa* Kom. и *Baicalia minuta* Kom. (Крылов и др., 1971).

На Охотском массиве среднерифейские структуры *Malginella malgica* Kom. были встречены Комаром в отложениях так называемой средней свиты в Охотско-Кухтуйском междуречье, а форма *Conophyton lituum* Masl. — в бассейне р.Охота (Комар и др., 1970). На Омолонском массиве авторы этой работы по материалам Р.С.Фурдую (1965, 1969) относят к среднему рифею нижнюю часть маякской свиты, которая содержит конофитон, по их мнению, близкий к среднерифейским строматолитам из подгруппы *Con. cylindricum* Masl. На Колымском массиве в кровле чебукулахской свиты указывается *Malginella malgica* Kom. et Semikh., а в низах, перекрывающих эту свиту отложений — *Cono-*

phyton cylindricum Masl., *Con. metula* Kir., *Tungussia* sp. и *Baicalia* sp., близкая к байкалиям из нижней части лахандинской свиты (Комар и др., 1970).

Наконец, следует отметить разрез среднерифейских отложений Прибайкалья, откуда происходит типовая форма группы *Baicalia*—*B. baicalica* (Masl.) Kryl. Этот строматолит был впервые описан В.П. Масловым (1937) как *Collenia baicalica* Masl. из улунтуйской свиты в пади Кадильной — на побережье оз. Байкал к югу от пос. Голоустное. И.К. Королюк (1959, 1963, стр. 491) указывает на присутствие в этой свите нескольких разновидностей группы *Conophyton* Masl.; *Baicalia* Kryl.; *Masloviella* (*Collenia*) *columnaris* Fent. et Fent. и *Collumnacollenia uluntuica* Korol. И.К. Королюк отмечает большое разнообразие улунтуйских строматолитов из пади Кадильной, значительная часть которых до сих пор не описана.

Таким образом, в литературе известно свыше полусотни форм среднерифейских строматолитов, которые относятся приблизительно к двадцати группам. Достаточно велико и количество форм, имеющих широкое распространение и позволяющих коррелировать среднерифейские отложения (и отдельные их подразделения) по крайней мере по всей территории Советского Союза.

В целом среднерифейские строматолиты образуют отчетливый единый комплекс, характеризующийся широким распространением форм из групп *Baicalia*, *Conophyton*, *Jacutophyton* и др., который отличается от ранее описанного комплекса нижнерифейских строматолитов, а также от верхнерифейского строматолитового комплекса. Внутри этого единого среднерифейского комплекса строматолитов можно наметить три более дробных. Для нижнего — светлинского — характерны своеобразные постройки из группы *Svetliella* Schar., для среднего — ципандинского — строматолиты из группы *Baicalia* Kryl. и своеобразные столбчатые и столбчато-пластовые постройки с изменчивой морфологией и для верхнего — лахандинского — комплекса — разнообразные по строению биогермы с *Jacutophyton* Schar. Светлинский комплекс известен пока только в пределах Учуро-Майского района и Сетге-Дабана, а два верхних достаточно уверенно прослеживаются и в других регионах страны.

К сожалению, в литературе до сих пор опубликовано только очень краткое описание группы *Svetliella* Schar. (Крылов и др., 1968). Это достаточно сложно разветвляющиеся узкие столбики, слагающие центральные части некрупных караваеподобных биогермов диаметром до 1 м и высотой до 0,7 м. Столбики ориентированы в биогерме в общем веерообразно, а в кровле и в основании биогермов наблюдаются пластовые и столбчато-пластовые постройки. Упоминание об этих постройках из основания и кровли в первом кратком описании привели к тому, что в следующей работе (Комар и др., 1970) *Svetliella* ошибочно отнесена не к столбчатым строматолитам, а к столбчато-пластовым.

Хотя микроструктура не входит в диагноз группы *Svetliella*, а является признаком видов (*Sv. svetlica* Schar. и *Sv. tottuica* Kom. et Semikh), но у обеих форм она отличается большим своеобразием, которое придает ей тонкие ветвистые каналы, являющиеся, возможно, остатками водорослей. Пластовые и столбчато-пластовые образования, входящие в биогермные ряды *Sv. svetlica* и *Sv. tottuica*, пока не описаны.

Разнообразные *Baicalia* (рис. 42), особенно характерные для ципандинского комплекса, описывались неоднократно, и изображения этих клубнеподобных построек имеются во многих работах. Изучение биогермов, в которых содержатся эти постройки, обычно является делом очень трудным. Так, на Урале байкалия из авязанской свиты почти не видны на фоне серых доломитов, заключающих эти образования, и только протравливание пришлифовок и фотографирование с повышенной контрастностью отпечатков позволило получить их изображения в пригодном для публикации виде. Это же относится и к байкалиям из овской свиты Тянь-Шаня, и ко многим постройкам из ципандинской свиты Учуро-Майского района, и ко многим байкалиям из улунтуйской свиты Прибайкалья.

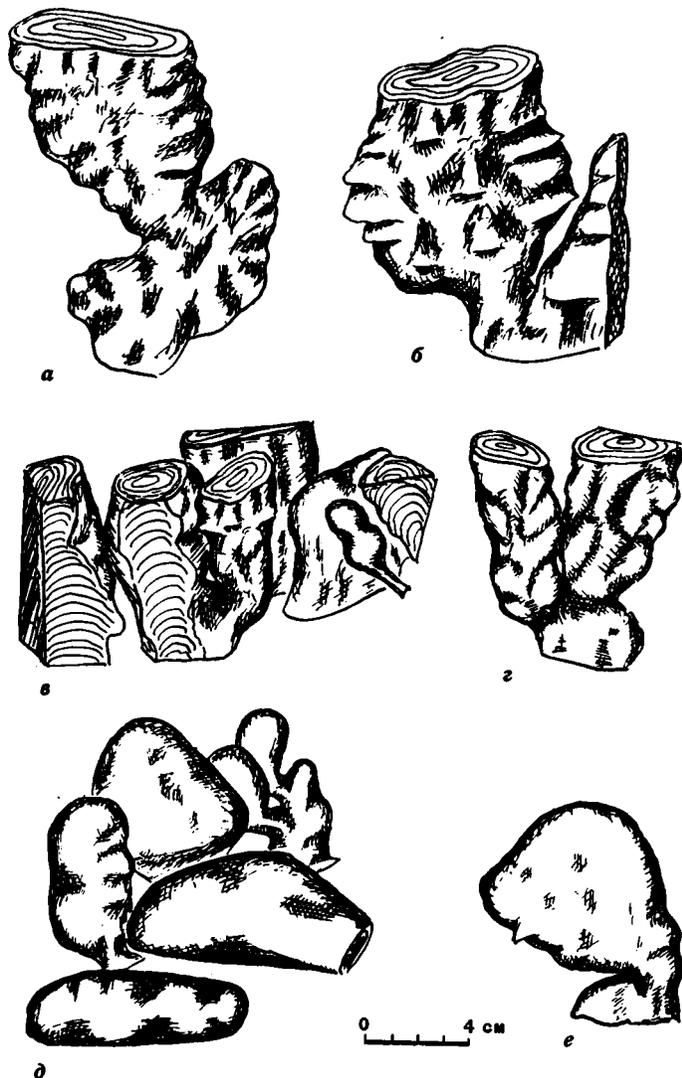


Рис.42. *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. (а-д) и *B. kirgisisca* Kryl (е) из среднерифейских отложений

а - улунтуйская свита Прибайкалья; б,г,д - авзянская свита Южного Урала; в - клыктанская свита Среднего Урала; е - овская свита Тянь-Шаня

В случаях, когда удается видеть биогермы или их фрагменты, центральная часть биогермов сложена столбчатыми клубнеподобными столбиками (рис.43,а,б), а в краевых частях и в кровле появляются многочисленные соединительные мостики, сростающиеся столбики и пластовые постройкы (см. рис. 43,в-д). Мне не доводилось видеть крупных тунгуссий в краевых частях биогермов с *Baicalia* ни на Урале, ни в Прибайкалье. Напротив, в ортогауской толще Тянь-Шаня (рис. 44,а,б) для байкалиевых биогермов характерны крупные разнообразные постройкы с наклонными и горизонтальными ответвлениями. В целом, следует отметить, что морфология и характер строматолитовых биогермов ишпандинского комплекса пока изучены мало.

Значительно лучше известно строение крупных якутофитоновых биогермов (Крылов, Шаповалова, 1970а), особенно характерных для лахандинского комп-

лекса. Группа *Jacutophyton* Schap. (Шаповалова, 1965, 1968) объединяет характерные постройки (рис. 45-47, см. рис. 17) - центральный столбик, сложенный конически изогнутыми слоями (его признаки отвечают диагнозу *Sopophyton* Masl.), от которого в стороны и вверх отходят клубнеподобные столбики с неровной бугристой поверхностью и с неравномерно выступающими козырьками. Ответвления образованы куполоподобно изогнутыми слоями. Нередко эти столбики-ответвления разветвляются с характерными пережимами в основании новых столбиков. Все эти признаки отвечают диагнозам групп *Baicalia* Kryl. или *Collumnacollenia* Korol.

Наиболее древние из известных пока якутофитонов, как уже отмечалось, встречены в бакальской свите бурзянской серии рифея Южного Урала. В отложениях светлинского горизонта якутофитоны пока не обнаружены, а в ципандинском горизонте довольно редки, хотя они, несомненно, имеются и в ципандинской свите Учуро-Майского района, в частности, в разрезах на р. Ингили (приток р. Май) и в авзянской свите в бассейне р. Инзер на Южном Урале. На реках Большой и Малый Инзер якутофитоны были встречены в слоях, откуда раньше (Крылов, 1960б, 1963) определялась только *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. В этих слоях строматолитовые постройки расположены доволь-

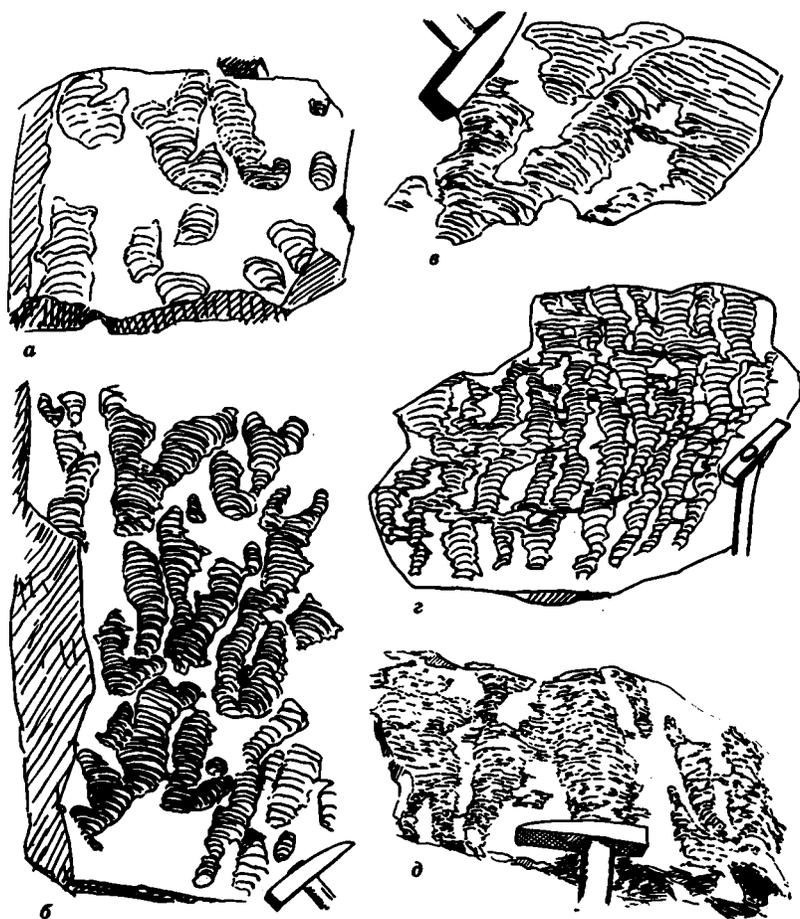


Рис. 43. Строматолиты из биогермов с *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl. Средний рифей, улунтуйская свита; Прибайкалье, падь Кадильная

а, б - *Baicalia* из центральных частей биогерма; в-д - появление столбчатопластовых построек: в - в кровле, г, д - в краевой части биогермов

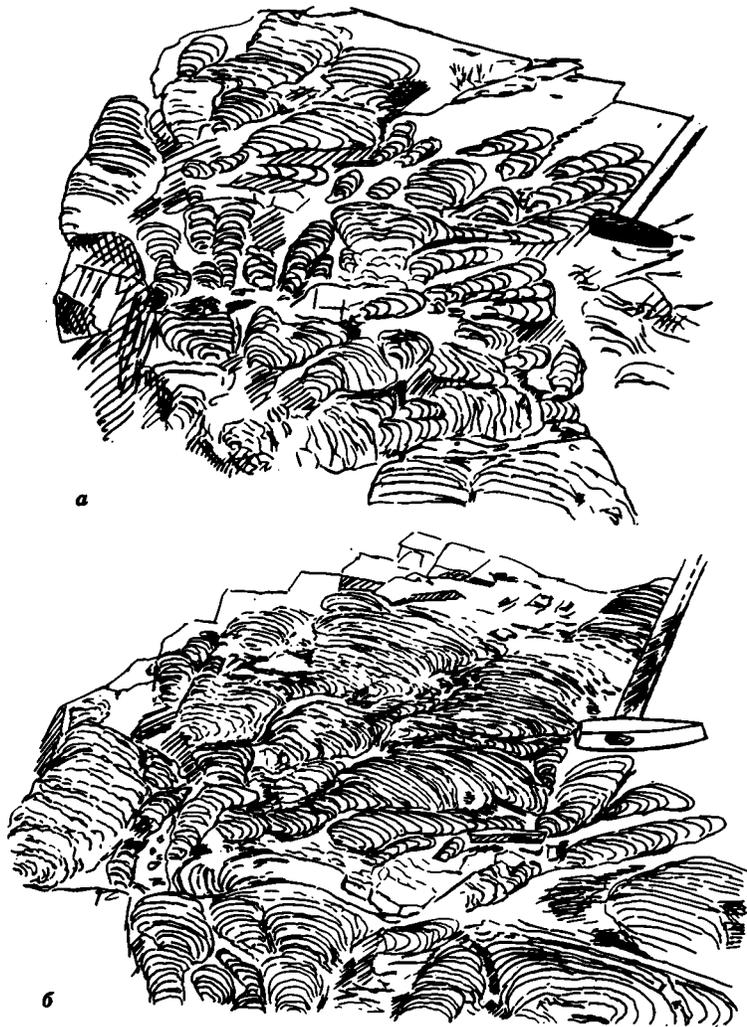


Рис.44. Строматолитовые биогермы с *Baicalia* Kryl.

а,б - средний (?) рифей, ортотауская свита; Северный Тянь-Шань, хр.Ор-
татау

но свободно, между столбиками имеются значительные промежутки. Постройки *Jacutophyton* из отложений этого уровня небольшие (высота их не превышает 0,5 м), но развиты достаточно полно, с четкими коническислойстыми столбиками в центре и хорошими байкалиеподобными столбиками-ответвлениями (см. рис. 47,а,б).

Максимального расцвета и наибольшего разнообразия группа *Jacutophyton* достигает в лахандинское время. Три нижних толщи лахандинской свиты Юдомо-Майского прогиба, джурская свита Енисейского кряжа и деревнинская свита Туруханского района буквально переполнены крупными постройками *Jacutophyton*. Рассмотрим подробнее основные закономерности их строения.

Как правило, пласты известняков и доломитов, к которым приурочены эти биогермы, бывают нацело сложены строматолитовыми постройками, и только узкие промежутки между столбиками заполняются тонкозернистым или обломочным карбонатом, причем в детрите довольно часто встречаются обломки строматолитовых слоев этих же самых построек.

Основание якутофитоновых построек (см. рис. 45,б-д) обычно сбнажено плохо и наблюдается редко. На неровностях дна или на обломках и гальках нарастают корки - базальные слои биогермов, обычно повторяющие очертания и неровности субстрата, от которых начинают расти бутры и вздутия, сложенные куполообразно изогнутыми слоями, которые быстро сменяются коническими. Иногда (см. рис. 45,г) можно видеть наклонно ориентированные и даже горизонтально лежащие столбики, от которых отходят вверх и в стороны ответвления; слои в них тоже довольно быстро становятся коническими.

Форма столбиков-ответвлений, их размеры и количество зависят главным образом от расстояния между постройками. В деревнинской свите на р. Нижней Тунгуске выше г. Туруханска можно видеть, как постройки, имеющие одинако-

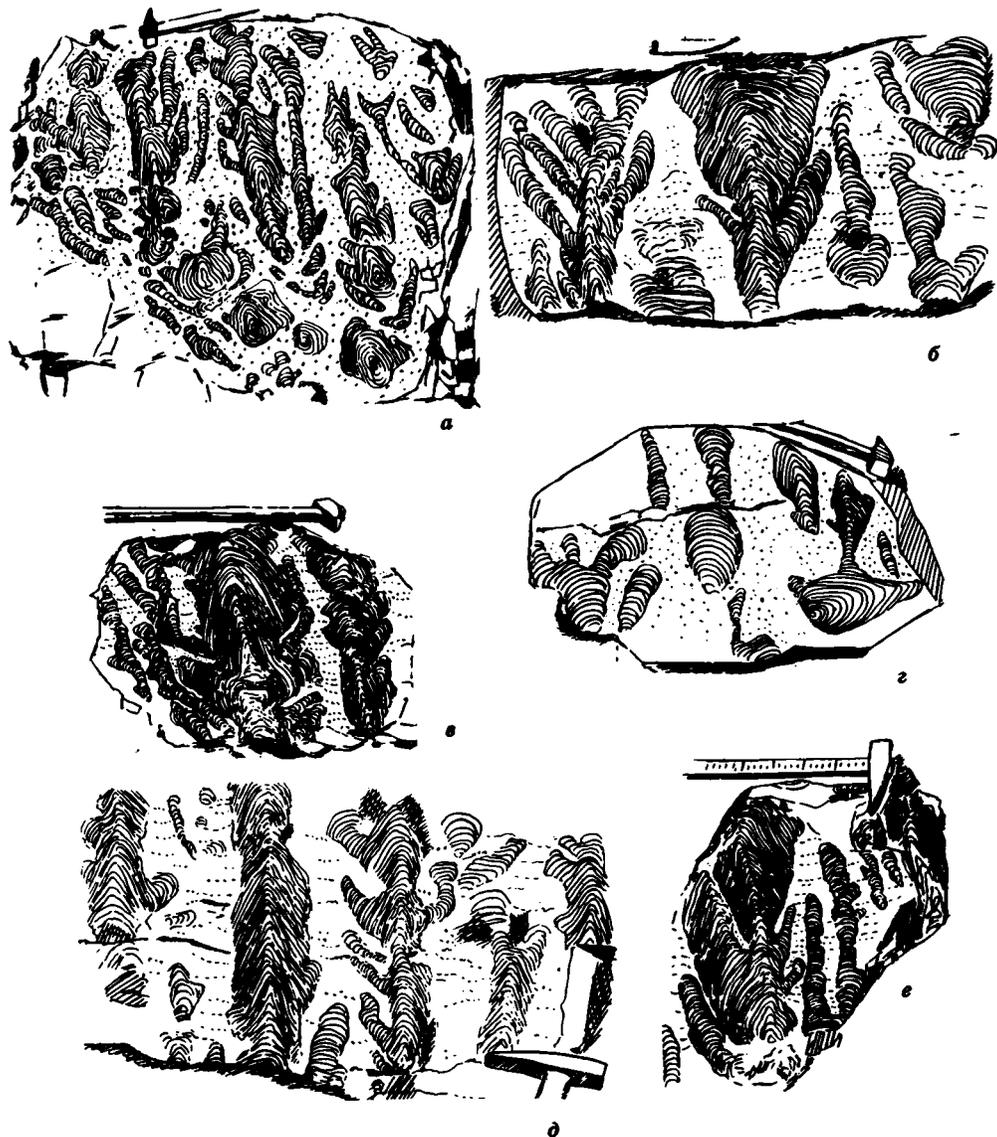


Рис. 45. Биогермы с *Jacutophyton* Schar. Средний рифей

а, в, г, е - деревнинская свита; Туруханский район. б, д - лахандинская свита; Учуро-Майский район

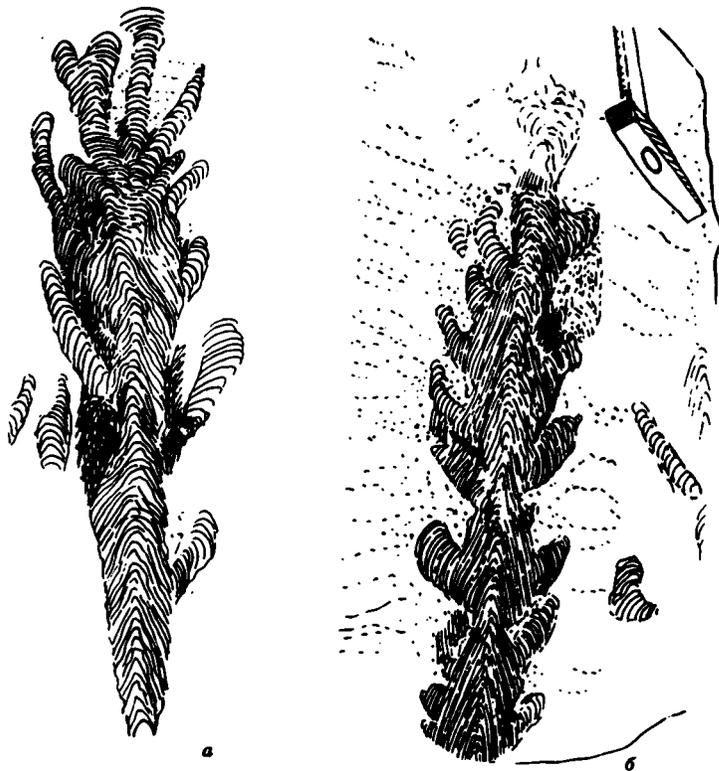


Рис.46. Крупные постройки *Jacutophyton*. Средний рифей
 а-в - лахандинская свита;
 Учуро-Майский район. г - де-
 ревнинская свита; Туруханский
 район

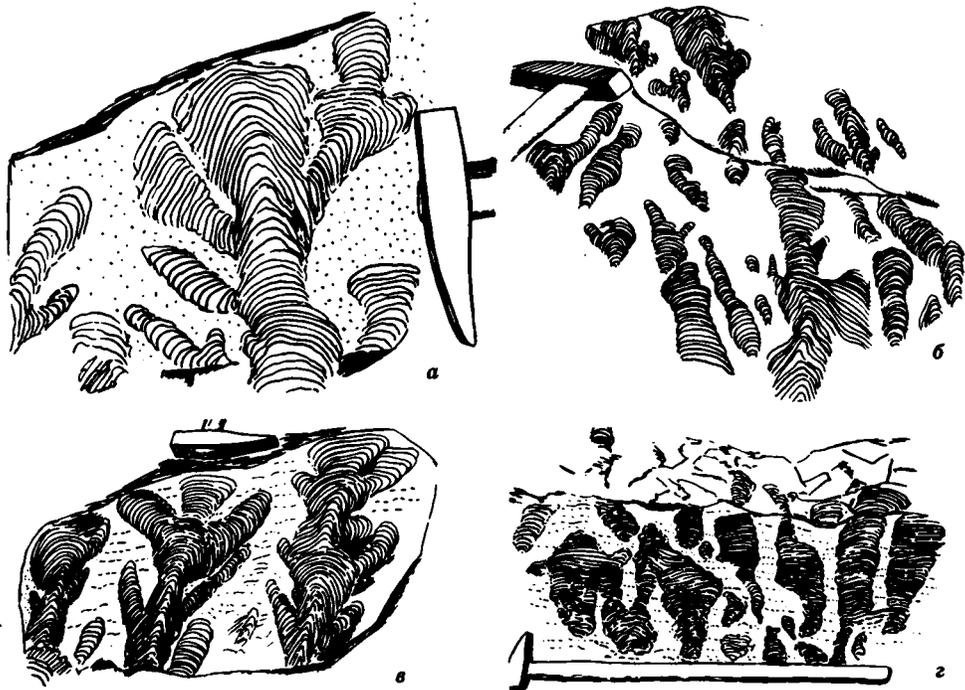


Рис.47. Участки биогермов с *Jacutophyton* Schap. Средний рифей. Видны уплощенные слои в верхней части построек (а,в) и "недоразвившиеся" постройки (б,г)

а,б - авзянская свита; Южный Урал, р.М.Инзер. в - лахандинская свита; Учуро-Майский район. г - деревнинская свита; Туруханский район

вую текстуру слоев и расположенные в одном пласте, имеют различный внешний вид в зависимости от их взаимного расположения. Если столбики сближены (см. рис.45,а), они имеют ровную субцилиндрическую форму и местами практически лишены ответвлений, тогда как в соседних участках, где водоросли-строматолитообразователи росли свободнее, возникали пышные, кустистые, многократно разветвляющиеся постройки (см. рис. 46,г).

Как упоминалось, якутофитоны обычно нацело слагают пласты в пределах видимой части обнажений, поэтому краевые части биогермов удавалось наблюдать только в единичных случаях (см. рис.45,а,в). Постройки в таких местах становятся асимметричными, теряют правильную форму, у них появляются наклонные столбики, конические слои в осевых столбиках не выдерживаются и переходят в куполообразные. Самые крайние постройки в биогермах лишены конических столбиков и представлены только столбиками байкалий (см.рис.45,в).

Общая высота построек строматолитов группы *Jacutophyton* варьирует в пределах от нескольких десятков сантиметров до одного-полутора метров; более крупные постройки редки. На рис.46 изображены одни из самых крупных построек среднего рифея, которые удалось наблюдать. В верхней части постройки конические слои постепенно выглаживаются, становятся куполообразными, сначала круто-, а потом пологовыпуклыми, нередко уплощенными (см.рис.46,в; рис. 47,а), и от них обычно продолжают рост столбики байкалий, имеющие неправильную клубнеподобную форму и сложенные куполообразно изогнутыми слоями (см. рис. 47в,г). В отдельных случаях удается видеть и субцилиндрические столбики, последовательно распадающиеся на более узкие (это напоминает ветвистость строматолитов групп *Kussiella* Kryl., *Voxonia* Korol.) или с более сложной ветвистостью, напоминающей постройки *Gymnosolen*.

Бывают случаи, когда биогерм, очевидно, из-за неблагоприятных условий, не успевает развиваться с образованием четко выраженных построек (см. рис. 47, б, г). Конические слои слагают в таких биогермах небольшие участки, а ответвления только намечаются. Затем конические арки сменяются куполообразными или уплощенными, и биогерм прекращает рост.

Наконец, в тех же самых слоях, рядом с якутофитоновыми биогермами можно встретить относительно крупные биогермы, в которых конофитоновых построек нет вообще. Слагающие их столбики могут быть отнесены к группе *Baicalia*, а некоторые из них имеют субцилиндрическую форму, иногда на значительных участках — довольно гладкую боковую поверхность столбиков и, возможно, по сумме признаков могут отвечать диагнозам групп *Gymnosolen* или *Minjaria*. Пока эти формы детально не изучены, трудно говорить об их особенностях по сравнению с верхнерифейскими гимносоленами. Во всяком случае, можно видеть, что эти гимносоленоподобные постройки из деревянниковой свиты являются несомненными членами биогермного ряда *Jacutophyton ramosum* Schar. и *J. multiforme* Schar. Вполне возможно, что это еще один пример пересечения разных биогермных рядов, другие члены которых имеют совсем иные черты строения.

Якутофитоновые биогермы лахандинского комплекса бассейна среднего течения р. Май, деревянниковой свиты Туруханского района и джурской свиты в бассейне нижнего течения р. Ангары (в частности, из района устья р. Каменки) и в целом, и в деталях имеют до удивления одинаковые черты строения. Напомним, что от Туруханска до Каменки не менее одной, а до р. Май не менее двух с половиной тысяч километров. Кроме того, такие же якутофитоны были встречены нами в низовьях р. Лены у пос. Чекуровка и очень похожие — на Северном Урале в мойвинской свите в верховьях р. Вишеры.

ТРЕТИЙ СТРОМАТОЛИТОВЫЙ КОМПЛЕКС РИФЕЯ — КАРАТАУСКИЙ (ВЕРХНИЙ РИФЕЙ)

Верхнерифейские отложения, содержащие строматолиты, известны в пределах СССР практически во всех районах развития рифейских отложений. Это катавская и миньярская свиты Южного Урала, деминская и низьвенская свиты Полудова Кряжа, велсовская свита Северного Урала, древние толщи п-ова Канин и о-ва Кильдин, юсмастаская свита Анабарского поднятия, хайпахская свита Оленекского поднятия, сизтачанская свита Хараулаха, древние толщи Омолонского, Кольмского и Охотского массивов, четвертая (игниканская) толща лахандинской свиты Учуро-Майского района, алянская и холычская свиты Патомского нагорья, свиты Серого ключа и дадыктинская Енисейского кряжа, туруханская, речкинская и дурномысская свиты Туруханского поднятия, чаткарагайская свита Тянь-Шаня. Было бы затруднительно дать исчерпывающий обзор всех строматолитов из этих толщ и регионов, поэтому особое внимание будет уделено разрезам, содержащим наиболее представительные строматолитовые комплексы.

На Южном Урале В.П. Маслов (1939а) определил из катавской свиты *Collenia buriatica* Masl., *C. compacta* Walc., *C. ex gr. ferrata* Grout et Brod. и *Cynophyton lituum* Masl.; а из миньярской свиты — *Collenia buriatica* Masl. и *C. buriatica* var. *grande* Masl. Отметив своеобразие и отличие этих комплексов (несмотря на сходный списочный состав), он отнес катавскую свиту предположительно к нижнему, а миньярскую — к среднему кембрию, поскольку в Сибири слои со сходными строматолитами в то время считались кембрийскими.

Находки *Collenia buriatica* Masl. и форм, похожих на *C. ferrata* Grout et Brod., упоминались и в моих работах по строматолитам Урала (Крылов, 1959а, 1960а, б; Келлер и др., 1960). После детальных сборов строматолитов, проведенных в 1956–1960 гг. на всей площади распространения этих отложений, и обработки коллекций (Крылов, 1962, 1963) в нижней (пестроцветной) тол-

ше катавской свиты были описаны *Inzeria tjomusi* Kryl., *Jurusania cylindrica* Kryl. и столбчато-пластовые строматолиты, а в подинзерской (симской) толще - *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *Katavia karatavica* Kryl., столбчато-пластовые строматолиты. Находки *Gymnosolen* и *Katavia* в породах подинзерской толщи катавской свиты были повторены автором в 1967 г. в бассейне р. Басу, а в 1971 г. - в бассейне р. Зилим.

В миньярской свите были найдены *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *G. levis* Kryl., *Minjaria uralica* Kryl., *Pseudokussiella aii* Kryl., столбчато-пластовые строматолиты и *Conophyton* sp., который позже (Комар и др., 1965а) был определен как *Conophyton miloradovici* Raab. М.Е. Раабен (1964) описала из миньярской свиты также *Tungussia nodosa* Semikh. и *Parmites concrescens* Raab., а позже (Раабен, 1969) *Boxonia* (?) *bianca* Raab. и *Inzeria dzejimi* Raab. Кроме того, М.Е. Раабен (1964, стр. 61) выяснила, что в районе Миньяра строматолиты *Katavia* и *Gymnosolen* содержатся в миньярской свите.

На Полодовом крыже аналогом катавской свиты является деминская свита, из которой первоначально была определена (по сборам Л.М. Мызниковой и А.Н. Гейслера) *Jurusania cylindrica* Kryl. (Крылов, 1963, стр. 83). М.Е. Раабен (1964) описала из деминской свиты *Jurusania nivensis* Raab. и *Inzeria tjomusi* Kryl. В вышележащей низьвенской свите и в ее аналогах на Тимане М.Е. Раабен определила *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *G. asymmetrica* Raab., *G. giganteus* Raab., *Inzeria dzejimi* Raab., *Tungussia nodosa* Semikh., *Poludia polymorpha* Raab., *Parmites concrescens* Raab., *Kussiella enigmatica* Raab., *Conophyton miloradovici* Raab. Позже (Раабен, 1969) к этому списку добавился *Gymnosolen* (*Minjaria*) *uralicus* (Kryl.) Raab.

Эти данные полностью подтвердили представления В.П. Маслова о самостоятельности строматолитовых комплексов из катавской и миньярской свит и о их выдержанности в пределах Южного и Северного Урала.

В карбонатных толщах п-ова Канин, откуда происходит голотип *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (Steinmann, 1911), Раабен кроме этой формы указывает по своим сборам и сборам В.Г. Гецена (1970) *Minjaria uralica* Kryl., *Tungussia* sp., *Inzeria dzejimi* Raab. и *Parmites concrescens* Raab. На о-ве Кильдин, откуда еще в 1922 г. Н.Н. Яковлев описал *Gymnosolen* (Виттенбург, Яковлев, 1922), был определен *Gymnosolen ramsayi* Steinm. и *Pseudokussiella aii* Kryl. (Крылов, 1963). Таким образом, слои с верхнерифейскими строматолитами уверенно прослеживаются вдоль всего восточного и северного обрамления Русской платформы.

На Енисейском крыже верхнерифейские строматолиты встречены в свитах Серого ключа и дадыктинской, причем некоторые из них проходят и в вышележащие нижнеангарскую и дашкинскую свиты, которые могут быть отнесены (по содержащимся в них онколитам) к вендскому (юдомскому) комплексу. В свите Серого ключа М.А. Семихатов (1962) отмечает присутствие *Minjaria uralica* Kryl., *Minjaria* (*Inzeria*) *nimbifera* (Semikh.), *Gymnosolen confragosus* Semikh., *G. altus* Semikh., *Tungussia nodosa* Semikh., *Baicalia unca* Semikh. В дадыктинской свите были определены *Minjaria uralica* Kryl., *M.* (*Inzeria*) *nimbifera* (Semikh.) и *Tungussia confusa* Semikh. В нижнеангарскую свиту проходит *Minjaria* (*Inzeria*) *nimbifera* (Semikh.), а в дашкинскую свиту - *Gymnosolen confragosus* Semikh.

В разрезе древних толщ Туруханского района М.А. Семихатов (1960) отметил присутствие в шорихинской свите форм *Collenia buriatica* Masl., *Collenia* (= *Gymnosolen*) *ramsayi* Steinm. и *C. baicalica* Masl. В туруханской свите определялись *C. buriatica* Masl. и *C. suchotungusica* Semikh., в речкинской - *C. buriatica* Masl., а в дурномысской - *C. buriatica* Masl. и *C. turuchanica* Semikh. В более поздней работе М.А. Семихатов (1962) указывает для шорихинской свиты - *Minjaria uralica* Kryl. и *Gymnosolen confragosus* Semikh., для туруханской свиты - *Minjaria* (*Inzeria*) *nimbifera* Semikh. и *Tungussia nodosa* Semikh., для туруханской и дурномысской свит - *Turuchania arbora* Semikh. и для речкинской и дурномысской свит - *Minjaria procera* Semikh.

Вл.А. Комар и С.Н. Серебряков (1969) отрицают самостоятельность речкинской и дурномысской свит и считают их повторившимися в разрезе по тектоническому контакту верхней частью свиты р.Буровой и вышележащей шорихинской. Для речкинской свиты они приводят список среднерифейских форм — *Baicalia lacera* Semikh., *B. prima* Semikh., а также *Tungussia confusa* Semikh., которая встречается в дурномысской свите. Кроме того, отмечается, что *Minjaria procera* Semikh., известная в породах дурномысской свиты, близка (по микроструктуре) к *Gymnosolen confragosus* Semikh., характерному для шорихинской свиты.

Большой список верхнерифейских строматолитов приводится из верхней толщи юсмастахской свиты Анабарского поднятия. Вл.А. Комар (1964, 1966) описал из ее нижней части *Gymnosolen furcatus* Kom., *Stratifera pseudocolumnata* Kom., *Nucleella cortinata* Kom. и *Kotuikania tortulosa* Kom. Н.П. Голованов (1970, рис. 1) указывает следующие формы: *Boxonia togoica* Gol., *Inzeria macula* Gol., *I. variusata* Gol., *Stratifera planusata* Gol., *S. stylostromica* Gol., *Irregularia tchurbukica* Gol., *I. conusata*, *I. longuriata* Gol., *Gongylina differentiatia* Kom., *Nucleella zonata* Gol., *N. makarovi* Gol. и *Paniscollenia vulgaris* Kom.

На Кольмском поднятии Р.С. Фурдуй относит к верхнему рифею маякскую свиту бассейна р.Омолон, из верхних слоев которой Вл.А. Комар и М.А. Семехатов (Комар и др., 1970) определяют *Inzeria tjomusi* Kryl. и *Gymnosolen* sp. Форма *Inzeria tjomusi* Kryl. упоминается Р.С. Фурдудем и из карбонатных пород в бассейне р.Налучье. На Охотском массиве эти авторы отмечают наличие *Inzeria tjomusi* Kryl. и *Gymnosolen* sp. вместе с *Baicalia*, близкой к *B. maica* Nuzhn. в известняках так называемой верхней свиты.

В Учуро-Майском районе верхнерифейские строматолиты известны в четвертой (игниканской) подсвите лахандинской свиты. Первоначально эта подсвита считалась среднерифейской и обычно рассматривалась совместно с третьей, нельканской, подсвитой в качестве самостоятельного первушинского горизонта (Нужнов, Шаповалова, 1965, 1968), для которого указывались руководящие формы *Baicalia prima* Semikh., *B. maica* Nuzhn., *B. lacera* Semikh. и *Tungussia sibirica* Nuzhn. В работе С.В. Нужнова (1967) по стратиграфии рифейских отложений этого региона нельканская и игниканская подсвиты лахандинской свиты часто даже не расчленяются. М.А. Семехатов и Вл.А. Комар (1965) отметили наличие в игниканской подсвите верхнерифейских форм *Inzeria tjomusi* Kryl. и *Gymnosolen confragosus* Semikh. Вывод о верхнерифейском возрасте этой подсвиты был подтвержден и В.Е. Забродиным (1968), который определил из нее верхнерифейские онколиты *Osagia crispa* Z. Zhur., *Radiosus* sp., *Vermiculites anfractus* Z. Zhur., *Nubecularites uniformis* Z. Zhur., *Glebosites gentilis* Z. Zhur. и формы из группы *Vesicularites*. В настоящее время мнение о верхнерифейском возрасте игниканской подсвиты является общепринятым.

В алянчской и хольчской (ченчинской) свитах Патомского нагорья указывались своеобразные *Gymnosolen* sp. (Крылов, 1963). Из переходных слоев в основании джербинской свиты была описана *Patomia ossica* Kryl. (Крылов, 1967). В.Ю. Шенфиль (1968) указывает в ченчинской свите новые формы *Katavia lenaica* Schenf. и *Dabania chopichica* Schenf., а Т.А. Дольник (1969) — новые формы *Inzeria gigantea* Doln., *I. tchentcha* Doln., *Patomia ambigua* Doln., *Tinnia punctata* Doln., *T. patomica* Doln., *T. tchaja* Doln. и *Lenia jacutica* Doln. К сожалению, опубликованы пока только описания трех последних форм (Дольник, Воронцова, 1971).

На Тянь-Шане верхнерифейские строматолиты содержатся в чаткарагайской свите бассейнов рек Курган-Шанык и Чичкан. И.К. Королюк (Медведев, Королюк 1958) определила отсюда *Collumnacollenia calciolata* Kor. (бассейн р. Курган), а также *Planocollina serrata* Kor. и *Compactocollenia* sp. (р. Чичкан), отмечив в обоих случаях их докембрийский облик. Дополнительные сборы из этих точек позволили определить из чаткарагайской свиты р. Курган-Шанык *Gymnosolen* cf. *ramsayi* Steinm., *Minjaria calciolata* (Korol.) Kryl. и *Tungussia* sp., а в бассейне р. Чичкан — *Inzeria toctogulii* Kryl. (рис. 48), *Sacculla* (?) sp. (Крылов, 1967).

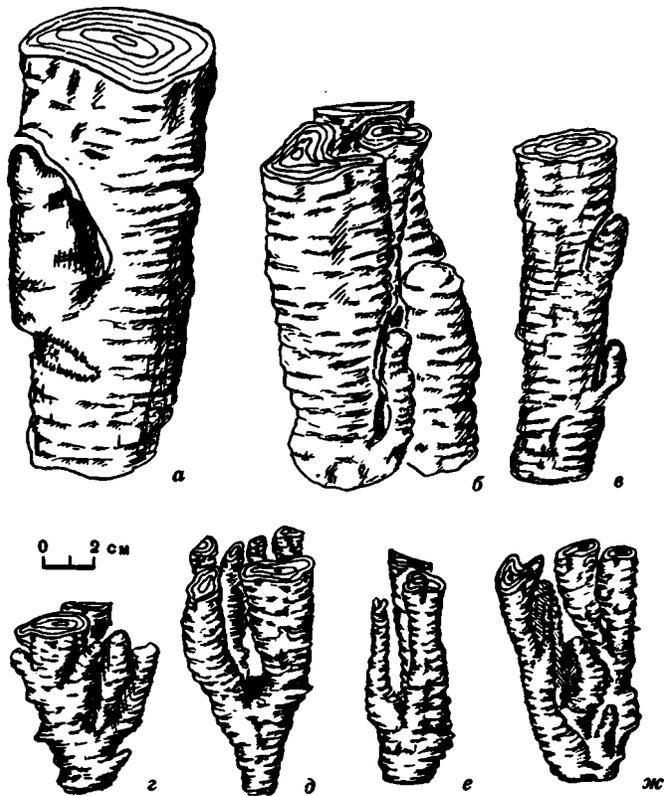


Рис.48. *Inzeria tjomusi* Kryl. (а-в) и *Inzeria toctogulii* Kryl. (г-ж). Верхний рифей

а-в - катавская свита; Южный Урал. г-ж - чаткарагайская свита; Тянь-Шань

Сравнение строматолитовых комплексов верхнего рифея из разных районов показывает довольно четкое разделение их на два подкомплекса - катавский с характерными формами *Inzeria tjomusi* и *Jurusania cylindrica* в нижней части и миньярский с *Minjaria uralica* и *Gummosolen ramsayi* в верхней его части (Крылов, Шаповалова, 1970б; Крылов, 1971). Толщи, охарактеризованные этими строматолитами, выделяются соответственно под названием катавского и миньярского горизонтов. По объему катавский горизонт приблизительно вдвое меньше, чем так называемое бирьянское подразделение, выделенное М.Е.Раабен и В.Е.Забродиним (1969) и объединяющее в разрезе Южного Урала зильмердакскую, катавскую, инзерскую и нижнюю половину миньярской свиты.

Рассмотрим подробнее строматолиты, наиболее характерные для катавского горизонта. Форма *Inzeria tjomusi* Kryl. (см. рис.48,а-в) в настоящее время является, пожалуй, наиболее широко распространенной среди рифейских строматолитов. Она известна в большинстве опорных разрезов страны и за ее пределами, в том числе и на других континентах (Cloud, Semikhatov, 1969). Это неровные узловатые столбики, расположенные вертикально или слегка наклонно в пласте. Поперечное сечение их в общем округлое, но из-за узловатости и бугристости боковой поверхности столбика оно имеет обычно вид сложной зазубренной кривой. Толщина столбиков от 2-3 до 9-10 см, высота построек более 2,5 м; отрезки столбиков между участками ветвления имеют длину до



Рис.49. Биогермы с *Inzeria tjomusi* Kryl. Верхний рифей

а,б – катавская свита; Южный Урал, р.Инзер у пос.Ассы: а – центральная часть биогерма, б – крайняя часть

10–15 см. Боковое ограничение столбиков неровное, с мелкой поперечной ребристостью, что обусловлено выклиниванием слоев на различном расстоянии от краев столбика; изредка наблюдается облекание. Ветвление довольно частое и сложное: от главного столбика отделяется сбоку один или несколько новых более тонких столбиков, иногда с пережимом в основании, причем в основном столбике образуется нечто вроде углубления, ниши, в которой и помещается ответвляющийся столбик. Особенностью слоев, слагающих эти постройку, можно считать большую изменчивость формы арки – от сильно выпуклых и конических до очень полого выпуклых и уплощенных. Иногда конические слои слагают участки столбиков длиной до 7–8 см, и именно такие образцы В.П.Маслов (1939а) совершенно правомочно определял как *Conophyton lituum* Masl. Таким образом, мы видим еще один случай пересечения биогермных рядов: *Conophyton* может быть членом и ряда *Jacutophyton multiforme* Shar., и ряда *Inzeria tjomusi* Kryl.

Основная часть слоев (табл. III, 1–3) сложена довольно однородным тонкозернистым известняком с небольшим количеством глинистых частиц. Их меньше в нижней части слоя (она выглядит более светлой) и больше в верхней, что придает слоистости ритмичный облик. Обычны тонкие частицы окислов железа, окрашивающие породу в красный цвет. Эти слои чередуются с невыдержанными по толщине прослоями, имеющими неравномерную пятнистую окраску и сложенными более светлыми или более темными, чем вмещающая порода, скоплениями зерен кальцита, окрашенными в красно-бурый цвет тонко распыленными окислами железа. Пятнистость лучше видна в краевой части столбиков (Крылов, 1963).

Изучение биогермов с *Inzeria tjomusi* Kryl. и на Южном Урале, и в Учуро-Майском районе оказывалось довольно трудным делом, поскольку обычно обна-

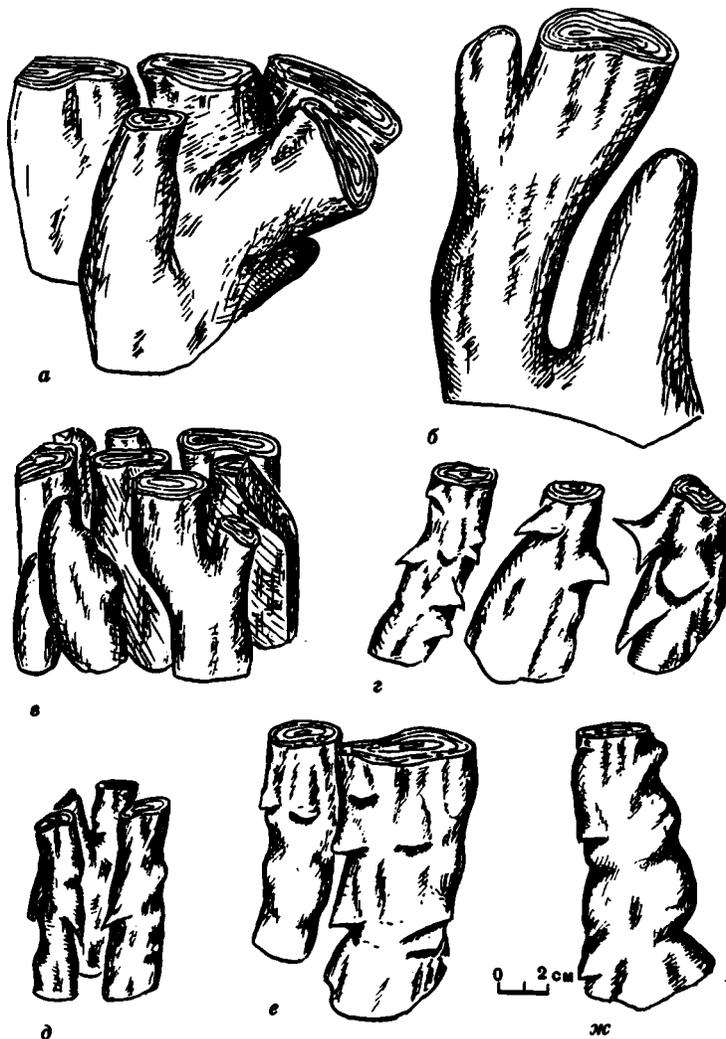


Рис.50. Верхнерифейские строматолиты Южного Урала

а-в - *Minjaria* Kryl., миньярская свита. г-ж - *Jurusania cylindrica* Kryl., катавская свита

жаются только небольшие их фрагменты. Лучшие из таких обнажений на Южном Урале, по обоим берегам реки Инзер у пос. Ассы и на правом берегу р. Инзер против пос. Бриш. Но и здесь у достаточно полно развитых и крупных биогермов не удалось увидеть ни основания, ни краевых частей: они на всей площади обнажения были нацело сложены вертикально ориентированными столбиками инзерий (рис. 49,а). В небольших биогермах, встречающихся в тех же слоях и содержащих в центральной части *Inzeria tjomusi*, можно видеть, что рост постройки начинается с образования куполоподобного желвака, от которого в стороны и вверх отходят столбчатые постройки. В краевой части биогерма и в его кровле появляются столбчато-пластовые постройки, переходящие в пластовую корку, облегающую биогерм (см. рис. 49,б).

К *Jurusania cylindrica* Kryl. (рис. 50,г-ж) относятся субцилиндрические ровные столбики, расположенные вертикально в пласте. Толщина их колеблется

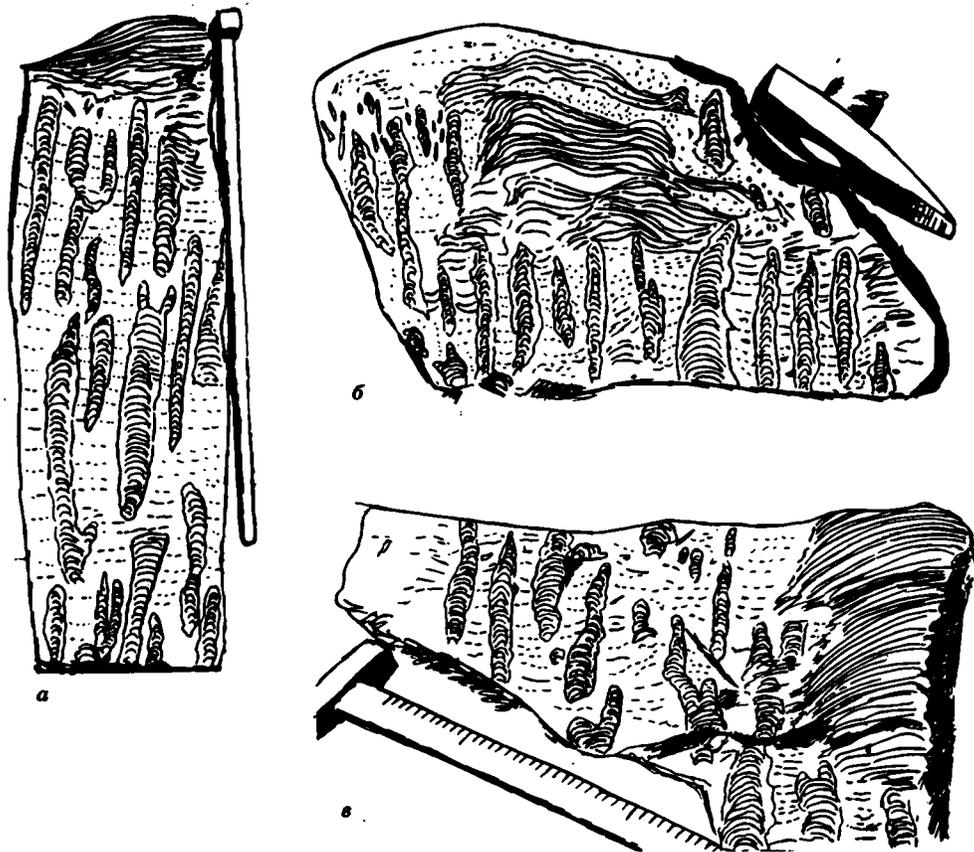
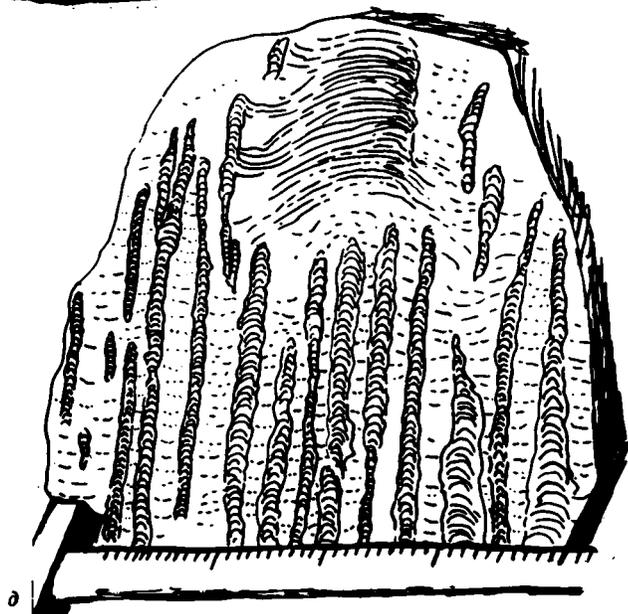
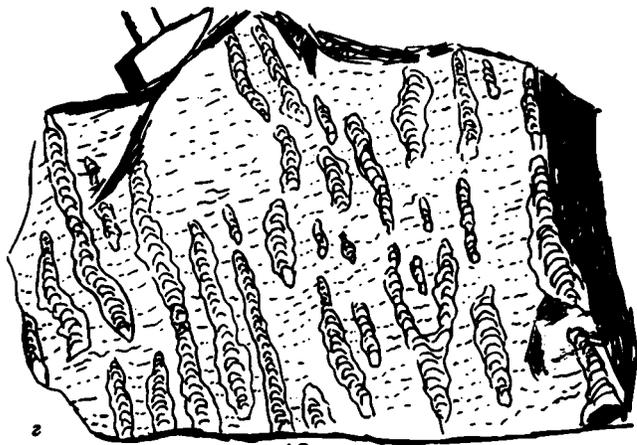


Рис.51. Участки биогермов со строматолитами группы *Jurusania* Kryl.

а-д - верхний рифей, катавская свита; Южный Урал, р.Инзер у пос.Ассы

от 3-4 до 7-8 см, высота может достигать 1 м. Поперечное сечение округлое или овальное. Боковое ограничение своеобразное: слои подходят под разными углами к краям столбика и заканчиваются на расстоянии 1-3 мм от этих краев, а столбик как бы облекается пленочкой из тонкозернистого кальцита, что обуславливает его гладкую боковую поверхность. Отдельные слои проходят сквозь эту пленочку и свисают в виде длинных узких козырьков. Ветвление довольно редкое. Столбик слегка расширяется и разветвляется на два новых, расходящихся "вилочкой" в стороны и вверх и имеющих приблизительно такую же толщину, что и первоначальный столбик. Отнесение *Jurusania* к "пассивноветвящимся куссиеллидам" (Раабен, 1964; и др.) противоречит диагнозу группы, фактическому материалу и является недоразумением. Слои с *Jurusania cylindrica* (табл. III, 4, 5) сложены довольно однородным тонкозернистым известняком, содержащим небольшое количество глинистых частиц и тонкораспыленных окислов железа. В нижней части слоя этих частиц меньше и она выглядит более светлой. Иногда темные частицы и окислы железа группируются в пятна, сгустки с нечеткими контурами. Границы слоев довольно отчетливые, имеют неправильноволнистые очертания и часто подчеркиваются глинистыми примазками по стилолитовым и конформным поверхностям растворения (Крылов, 1963).



Биогермы с *Jurusania cylindrica* Kryl. на Южном Урале встречаются в тех же слоях, что и *Inzeria tjomusi*, и лучшие их обнажения можно видеть на левом берегу р. Инзер против пос. Ассы. Основания биогермов наблюдать не удалось. В фрагментах обнажений и в крупных глыбах на берегу реки можно видеть, что основная часть строматолитов представлена ровными вертикально ориентированными столбиками высотой до 1 м и более. Столбики разветвляются относительно редко (рис. 51,а,в,г) и всегда по "миньяриевому" типу. Участков с "куссиеллоподобным" ветвлением (сравни рис. 26,а и рис.28,г) не наблюдалось. В обнажениях четко видна оболочка, окружающая столбики, отдельные козырьки и довольно редкие соединительные слои-мостики (см.рис.51,б,в). В краевой части биогерма и в его кровле таких слоев-мостиков становится особенно много, и они местами образуют корки, перекрывающие несколько столбиков (см. рис. 51,б,д), но общей корки, облекавшей биогерм, не наблюдалось. Сходное строение имеют и биогермы с *Jurusania cylindrica* Kryl. из деминской свиты бассейна р. Низьвы.

Миньярский строматолитовый подкомплекс характеризует в стратотипическом разрезе слои, начиная с верхней (подинзерской) толщи катавской свиты до основания укской свиты. Наиболее широко распространенными формами являются *Minjaria walica* Kryl. и *Gymnosolen ramsayi* Steinm.

К *Minjaria walica* Kryl. относятся строматолиты с субцилиндрическими столбиками толщиной от 2–3 до 7–10 см (средний размер 3–4 см). Столбики ветвятся на два, редко три новых столбика, чуть меньшего диаметра, чем первоначальный. Слои, слагающие столбик, утоняются к его краям, подгибаются книзу и плотно, иногда многократно облекают его боковую поверхность. Поперечное сечение столбиков округлое или овальное, иногда оно имеет форму многоугольника с округленными углами (см. рис. 51 а,б).

Слоистость нечеткая, границы слоев угадываются с трудом. Слои сложены тонкозернистым доломитом и распыленными тонкими глинистыми и углистыми частицами. Более светлые и более темные участки группируются в виде нечетких линзочек, невыдержанных прослоев и пятен с нерезкими очертаниями (табл. IV, 5,6). Во всех случаях строматолитовая порода несет явные следы перекристаллизации.

Лучшие обнажения биогермов с *Minjaria walica* Kryl. можно наблюдать в выездах миньярской свиты на Южном Урале – в выемках железной дороги от пос. Аши до ст. Вязовой, в береговых обрывах р. Белой ниже пос. Кага и на р. Инзер выше пос. Инзер. Это крупные биогермы и биостромы высотой до 1,5–2 м (обычно около 1 м), имеющие отчетливое зональное строение: пластовую корку в основании, субцилиндрические вертикальные столбики в средней части и нечеткую маломощную корку, облекающую биогерм сверху. В краевой части иногда можно видеть наклонные столбики, но четкие "тунгуснеподобные" постройки встречаются редко, чаще появляются многочисленные слои-мостики, столбики постепенно переходят в столбчато-пластовые и пластовые постройки. Такие биогермы лучше всего видны в нижнем течении р. Большой Инзер, в 15–20 км выше пос. Инзер. В обнажениях вдоль железной дороги Аша – Вязовая чаще встречаются биостромы, которые в обнажениях иногда выглядят как слои, нацело сложенные столбиками миньярий. И здесь можно наблюдать пластовые корки (в основном в кровле пластов) и участки с неровными, сложно разветвляющимися и наклонными столбиками из основания или из краевой части биогерма. Именно такие постройки из миньяриевого биогерма были описаны как *Pseudokussiella aii* Kryl. Вместе с пластовыми и столбчато-пластовыми постройками *Pseudokussiella aii* Kryl. входят в биогермный ряд *Minjaria walica* Kryl.

К сожалению, все эти биогермы очень "нефотогеничны" – из нескольких десятков фотографий не удалось выбрать ни одной для более или менее точного изображения внутреннего строения биогерма и взаимоотношений различных построек внутри него.

Для группы *Gymnosolen*, как уже отмечалось в разделе, посвященном систематике строматолитов, предлагалось несколько существенно различающихся диагнозов. В советской литературе последних лет к группе *Gymnosolen* (рис. 52, а, б, г, е, ж) обычно относят столбчатые строматолиты, имеющие субцилиндрические прямые столбики с многократным "активным" ветвлением на два или несколько новых субпараллельных столбиков. Боковая поверхность гладкая (Раабен, 1964, 1969). Гладкая поверхность столбиков отличает их от *Katavia* (см. рис. 50, в, д; табл. IV, 3). В более ранней трактовке (Крылов, 1963) диагноз группы *Gymnosolen* допускал включение в нее не только субпараллельно ориентированных, но и наклонных или расходящихся в стороны построек. Строго говоря, этот диагноз и сейчас представляется более естественным, если говорить о постройке в целом: само понятие "активного" (по терминологии М.Е. Раабен) ветвления предусматривает, что постройка имеет вид расходящегося кверху куста. Но для применяющейся к строматолитам формальной классификации на уровне описания построек из разрозненных штуфов определенного размера диагноз, предложенный М.Е. Раабен, имеет преимущество: он несколько сужает объем достаточно крупной группы.

Структуру типичного *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (табл. IV, 1,2) можно охарактеризовать как сгустково-пятнистую (Крылов, 1963). М.Е. Раабен называла ее "пятнисто-сгустковой" (1964, стр. 97) или "волокнутой неяснослоистой"

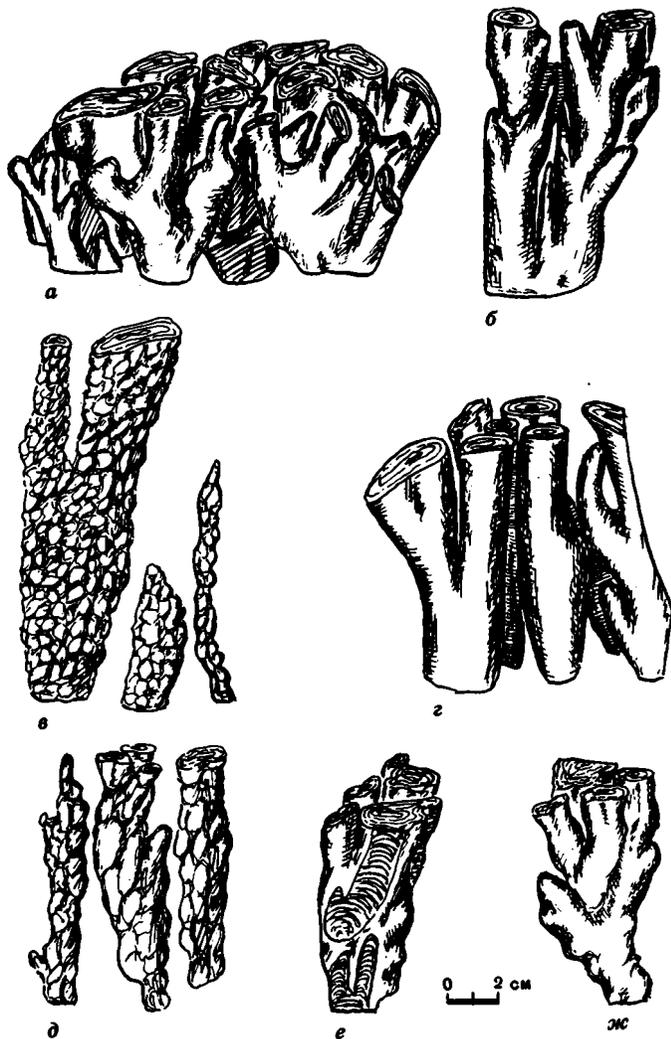


Рис.52. Верхнерифейские строматолиты Южного Урала

а,б,г - *Gymnosolen ramsayi* Steinm. в,д - *Katavia karatavica* Kryl. е-ж - *Gymnosolen levis* Kryl.

а-ж - миньярская свита: а-д - район г.Миньяра, е,ж - р. Б.Инзер

(1969, стр. 74), отметив во втором случае наличие в шлифе темных компонентов, имеющих "вид длинных или коротких волоконцев - веретеновидных, ориентированных грубопараллельно поверхностям слоев или изометричных пятнышек. Диаметр пятнышек и ширина волоконцев - 0,1-0,2 см". Структурные и морфологические особенности отличают эту форму от *Gymnosolen levis* Kryl. (см. рис. 52,е,ж; табл. IV, 4).

В отличие от биогермов с *Gymnosolen ramsayi* биогермы с *Minjaria uralica* в большинстве случаев образованы столбиками, четко выделяющимися на фоне вмещающей породы. Очень хорошие обнажения с такими биогермами можно видеть на п-ове Канин, о-ве Кильдин, во многих местах Южного Урала и Сибири. Их описание лучше начать с канинских биогермов, откуда впервые были описаны *G. ramsayi* (Steinmann, 1911).

Эти обнажения расположены на мысу Западный Лудоватый в 5–6 км южнее пос. Шойна на западном берегу п-ова Канин и хорошо видны во время отлива. По данным В.Г. Гецена (1970), пласт с *Gymnosolen ramsayi* приурочен к средней части верхнерифейской карбонатной толши и имеет мощность 20–30 м. Интерес к этим биогермам был особенно велик, поскольку М.Е. Раабен (1969, стр. 46) отмечала, что здесь можно видеть "ряд пластовых биогермов, сложенных совершенно однотипными постройками, состоящими из ложноцилиндрических столбиков, расположенных нормально к поверхности пласта". На этом основании делался вывод, что "сочетание "центровых" *Gymnosolen* с "краевыми" *Tungusia* вряд ли является обязательным". Этот вывод в значительной степени противоречил данным, которые имелись по гимносоленовым биогермам Урала и Сибири.

Проведенный летом 1969 г. осмотр канинских построек с *Gymnosolen* показал, что здесь мы имеем дело главным образом с крупными биостромами, для которых постройки, полностью отвечающие приведенному выше диагнозу, являются очень характерными (см. рис.13). Правда и здесь можно видеть, что отдельные столбики имеют непостоянный диаметр, раздувы, пережимы, наклонно ответвляющиеся отростки.

В пределах пачки слоев с *Gymnosolen ramsayi* имеются и биостромы с более редко расположенными столбиками. В этом случае веерообразная ориентировка их видна особенно хорошо (см. рис.13,г). Прослеживая пласт по простиранию, мы можем видеть участки смыкания биостромов, где отчетливо видны пологонаклонные ответвления (см. рис. 13,д). Характерна форма этих ответвлений с длинными горизонтальными "побегами", от которых отходят клубнеподобные и субцилиндрические столбики (см. рис.14,г). Биогермные ряды с *Gymnosolen ramsayi* п-ова Канина до полного тождества повторяют наборы построек с *Gymnosolen* из чаткарагайской свиты Тянь-Шаня в бассейне р. Кутан-Шаньк. И субпараллельные вертикальные столбики из центральных частей биогерма (см. рис.15,а,д), и наклонные, и горизонтально ориентированные постройки из их краевых частей (см. рис. 15,е) очень близки по морфологии к канинским.

На о-ве Кильдин строматолиты приурочены к нижним частям кильдинской серии (Келлер, Соколов, 1960). Это несколько горизонтов, состоящих из тесно сближенных куполоподобных биогермов высотой до 1–1,5 м и шириной до 2–3 м, редко больше. На боковой поверхности биогермов часто видны крупные поперечные выступы и впадины. Иногда биогермы обособлены один от другого, иногда соединяются в цепочки, отделяясь друг от друга продольными углублениями (см. рис.10,в). Ни в основании, ни в кровле не удается видеть сколько-нибудь значительных столбчато-пластовых и пластовых образований. Рост столбиков начинается с облекания слоями буторка или галечки на морском дне, причем каждый столбик растет самостоятельно, без общей корки-основания (рис. 53).

Столбики в пределах биогермов имеют четкую веерообразную ориентировку – в центре они расположены вертикально, по краям – наклонно до горизонтальных ответвлений. Ширина центральной зоны, сложенной типичными *Gymnosolen ramsayi*, зависит от размеров биогерма. В крупных биогермах она может достигать нескольких метров. Но краевая часть того же самого биогерма сложена наклонными столбиками. Следует еще раз заметить, что столбики из всех частей биогермов имеют однотипную структуру.

Хорошо видно строение биогермов с *Gymnosolen* и в кровле хольчской свиты Патомского нагорья (правый берег р. Лены против устья р. Большой Патом). Эти строматолиты относились мной тоже к *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (Крылов, 1963), хотя имеют несколько отличающуюся структуру слоев.

Биогермы представляют собой округлые рифоподобные тела высотой до 1,5–2 м и длиной от 1–2 до 7–8 м, нацело сложенные столбчатыми кустистыми постройками. Рост их начинается с образования нескольких столбиков, нарастающих на гальках или буторках субстрата, пластовые корки в основании отсутствуют. Первые слои повторяют форму поверхности субстрата, затем

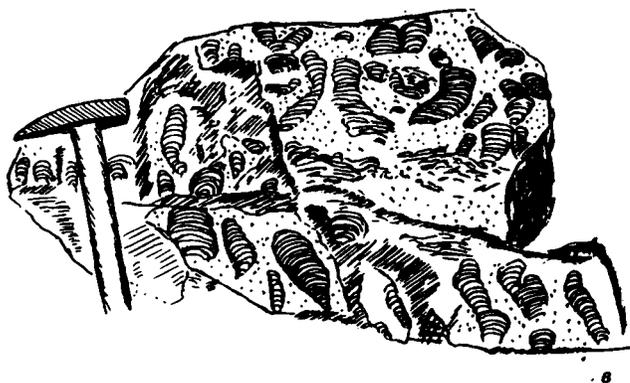
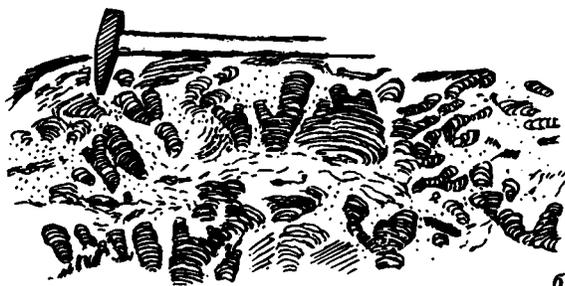
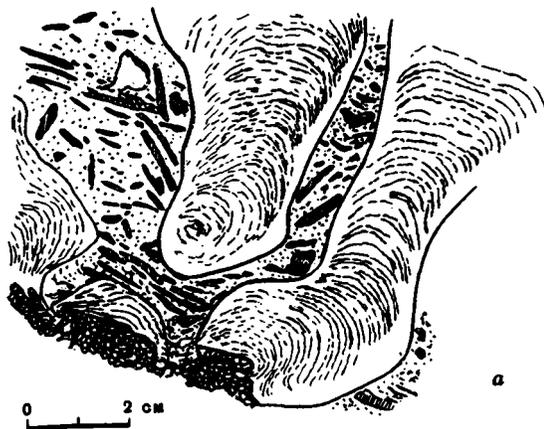


Рис.53. Основание биогермов с *Gymnosolen ramsayi* Steinm. в центральной части. Верхний рифей

а - кильдинская серия; о-в Кильдин. б,в - карбонатная толща; п-ов Канин, мыс Зап.Лудоватый

становятся более равномерно и правильно выпуклыми. На коротком расстоянии столбики резко расширяются и многократно разветвляются на большое количество новых столбиков, так что постройка приобретает вид разрастающегося вверх и в стороны куста (см. рис.4). В центре столбики ориентированы вертикально; слагающие их слои имеют форму правильных симметричных куполов. Ближе к краям биогерма столбики приобретают наклон в стороны от центра под различными углами; в самой краевой части столбики нередко образуют

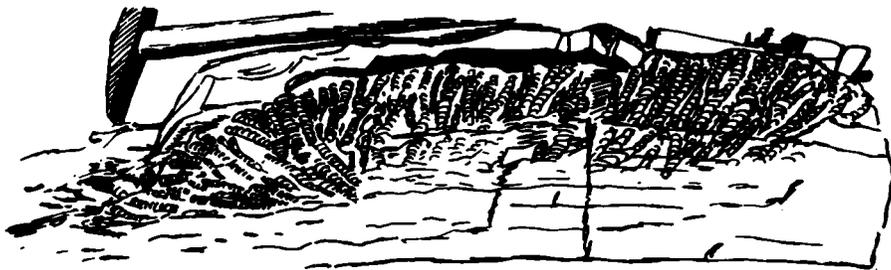


Рис.54. Небольшой биогерм с постройками *Gymnosolen* в центральной части. Верхний рифей, юस्ताхская свита; Анабарский массив, р.Котуйкан

очень пологие, до горизонтальных, ответвления. С наклоном столбиков тесно связана и асимметрия арок – с более пологими краями куполов, обращенных в сторону центра биогерма, и более крутыми – в сторону его краев. Менее отчетливо проявляются изменения бокового ограничения столбиков: в центральной части срединной зоны слои плотно и многократно облекают боковую поверхность построек, в краевой части биогермов "стенка" проявляется менее четко, появляются некрупные козырьки, но перехода столбчатых форм в столбчато-пластовые и пластовые постройки в биогермах этого типа не наблюдалось.

Не наблюдается пластовых и столбчато-пластовых форм и в кровле биогерма. Слои, слагающие столбики, постепенно выполаживаются или просто прекращают рост, и столбики засыпаются осадком.

На рис. 4 можно видеть, что рост биогерма начинался как бы от двух краев; впоследствии два биогерма слились и продолжали рост как единый биогерм. В соседнем биогерме из того же пласта (см. рис.11,д) наблюдается иная картина: колонии водорослей не соединились, и более крупная (на рисунке правая) колония "угнетала" свою соседку. Поэтому в левом биогерме развивались преимущественно асимметричные, наклоненные в сторону свободного пространства столбики. В этом же слое можно наблюдать и более мелкие симметричные (см. рис. 11,б) и асимметричные (см. рис. 11,а,в,г) биогермы.

Эти же закономерности – отсутствие пластовых построек и веерообразная ориентировка столбиков – отчетливо видны и в биогермах с *Gymnosolen* из юस्ताхской свиты западного склона Анабарского массива на р.Котуйкан (рис.54). К сожалению, в этом случае не удалось провести изучения большого числа биогермов.

ЧЕТВЕРТЫЙ СТРОМАТОЛИТОВЫЙ КОМПЛЕКС РИФЕЯ–ВЕНДСКИЙ ИЛИ ЮДОМСКИЙ (ТЕРМИНАЛЬНЫЙ РИФЕЙ)

Биостратиграфическое обоснование самостоятельности юдомского (вендского) комплекса как четвертого подразделения докембрия было проведено первоначально на основании изучения онколитов и катаграфий З.А. Журавлевой (Журавлева, Комар, 1962; Журавлева, 1964 и др.). Именно по онколитам проводилось первоначально отнесение к юдомскому комплексу многих толщ, считавшихся ранее верхнерифейскими (например, укская толща миньярской свиты рифея Южного Урала), либо кембрийскими (например, тинновская свита Патомского нагорья и др.). В некоторых случаях указывалась и смена типов строматолитов по границе верхнего рифея и венда. Вл.А. Комар отмечал, что "комплекс, характеризующий старореченскую свиту (Анабарского массива), не содержит ветвящихся строматолитов и устанавливается по широкому развитию своеобразных форм пластовых и желваковых строматолитов" (Комар, 1964, стр. 100). Позже в юдомской свите и ее аналогах в других регионах было об-

наружено достаточно большое количество и столбчатых построек. Общая характеристика этого комплекса и анализ распределения строматолитов в вендских отложениях различных регионов в последнее время обсуждался в ряде работ (Крылов, 1967, 1968, 1969; Семихатов и др., 1967, 1970).

В юдомской свите бассейнов рек Алдана и Юдомы Н.Н. Яковлевым (1934) был описан *Gymnosolen sibiricus* Jak. Голотип этой формы не сохранился. Все авторы, изучавшие образцы строматолитов, собранные в месте, указанном в работе Яковлева, согласны, что этот формальный вид является самостоятельным и должен быть сохранен. Относительно групповой принадлежности этих строматолитов единого мнения нет. Вл.А. Комар и М.А. Семихатов (Семихатов и др., 1967) отнесли их к группе *Jurusania* Kryl., я выделил в самостоятельную группу *Aldania* (Крылов, 1969), а на коллоквиуме по строматолитам юдомского комплекса (Новосибирск, ноябрь 1971 г.) высказывались обоснованные предложения об отнесении этих построек к группе *Collumnaefacta* Koroljuk. Кроме того, из юдомской свиты этого региона определены *Voxonia grumulosa* Kom., *V. ingilica* Kom. et Semikh., *V. allahjunica* Kom. et Semikh., *Linella simica* Kryl., *Jurusania judomica* Kom. et Semikh., *Paniscollenia emergens* Kom., *Gongylina nodulosa* Kom. et Semikh. и *Colleniella singularis* Kom. (Семихатов и др., 1967). Позже к этому списку добавились *Jurusania tumulturica* Kryl., *Patomia aldanica* Kryl. (Крылов, 1969), а также *Gongylina urbanica* Kom. et Semikh. (Семихатов и др., 1970) и *Jurusania aldanica* Schenf. (Шенфиль, 1968).

В порохтахской свите р. Олекмы указываются *Voxonia ingilica* Kom. et Semikh., *Paniscollenia emergens* Kom., *Voxonia grumulosa* Kom., *V. allahjunica* Kom. et Semikh. (Семихатов и др., 1970). В.Ю. Шенфиль (1968) добавляет к этому списку *Jurusania tuructachica* Schenf., а из вышележащей юдейской свиты определяет *Voxonia judensis* Schenf.

На Патомском нагорье к венду относится жербинская, тинновская и, возможно, нижняя часть пестроцветной свиты (нохтуйская свита). Строматолиты известны по крайней мере на трех уровнях. В основании жербинской свиты имеется переходная пачка, в которой содержится "третий" верхнерифейский комплекс онколитов и разнообразные строматолитовые биогермы, из которых ранее были описаны *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (Крылов, 1963) и *Patomia ossica* Kryl. (Крылов, 1967). Именно к этой пачке приурочены биогермы с *Gymnosolen*, описывавшиеся в предыдущем разделе работы. Кроме этих форм отсюда были описаны *Linella zhuica* Schenf. (Шенфиль, 1968), *Linella simica* Kryl. и *Dgerbia grumulosa* Doln.¹ (Дольник, 1969). Кроме того, Т.А. Дольник определила из аналогов этой толщи (нижняя часть миньской свиты бассейна р. Чаи) *Jurusania (?) judomica* Kom. et Semikh.

Из тинновской свиты указываются *Paniscollenia emergens* Kom., *Voxonia grumulosa* Kom. (Семихатов и др., 1970), а также *Collumnaefacta* sp. и *Stratifera* sp. (Дольник, 1969).

Из вышележащей нохтуйской свиты И.К. Королук и А.Д. Сидоров (1969а) определили *Collumnaefacta vulgaris* Sid., В.Ю. Шенфиль (1968) — *C.usatica* Schenf., а Т.А. Дольник (1969) — *Collumnaefacta elongata* Kor., *Voxonia knjasevi* Doln., *Collumnacollenia* cf. *tigris* Kor. и несколько новых форм из групп *Stratifera* Kor., *Paniscollenia* Kor. и *Nucleella* Kom. Две первые формы указываются Дольник из усатовской свиты бассейна р. Чаи, где вместе с ними встречены *Collumnaefacta schancharia* Korol., *C. minuta* Doln., *Ilicta placida* Doln. Кроме того, в усатовской свите известны находки *Voxonia allachjunica* Kom. et Semikh., *Jurusania sibirica* (Jak.) и *Linella simica* Kryl. (Семихатов и др., 1970, стр. 182).

¹ В работе М.А. Семихатова и др. (1970, стр. 182) эта форма названа *Voxonia grumulosa* Kom.

В Прибайкалье И.К. Королюк и А.Д. Сидоров (1969б, стр. 670) определяют из средней части мотской свиты бассейна р. Ада мелкие формы *Jurusania judomica* Kom. et Semikh. В верхней части мотской свиты (р. Куртун, падь Аянкан) форма *Jurusania judomica* встречаются в массовом количестве. Кроме того, на р. Ада встречены *J. sibirica* (Jak.), *Colleniella singularis* Kom., *Linella simica* Kryl., *Voxonia allachjunica* Kom. et Semikh.

В работе М.А. Семихатова, Вл.А. Комара и С.Н. Серебрякова (1970, стр. 183) со ссылкой на материалы И.К. Королюк и А.Д. Сидорова подчеркивается, что типичная нижнеюдомская *Jurusania judomica* Kom. et Semikh. встречается только в нижней части карбонатной толщи мотской свиты, а в вышележащей части мотской свиты по р. Ада содержатся *Voxonia allachjunica* Kom. et Semikh., *Jurusania sibirica* (Jak.) и *Linella simica* Kryl.

В Присянье, по данным И.К. Королюк и А.Д. Сидорова (1969б, стр. 669), в опорном разрезе на р. Урик строматолиты в аналогах юдомского комплекса отсутствуют. Пачка брекчированных карбонатов, содержащая *Voxonia divertata* Sid., *Uricatella urica* Sid. и *Collumnaefacta schancharia* Korol., в районе дер. Шархар залегает выше отложений с "четвертым" комплексом онколитов и содержит помимо строматолитов массовых представителей водорослей из рода *Renalcis*.

Большое количество строматолитов известно из боксонской свиты Восточного Саяна. И.К. Королюк (1960) описала из ее нижней (подбокситовой) части *Sacculia ovata* Kor., *Planocollina serrata* Kor., *Conophyton lituum* Masl., *Collumna-collenia* sp., а из надбокситовой толщи — *Voxonia gracilis* Kor., *Colleniella hemisphaericus* Kor. и одна форма — *Collumnaefacta elongata* Kor. — указывалась из обеих толщ. В более поздней работе (Королюк, 1963) из подбокситовой толщи был указан *Conophyton lituum* var. *circulum*, который в обзорной работе по конофитонам (Комар и др., 1965а) был выделен в самостоятельную форму *Conophyton circulum* Kor.

Однако в вопросе о возрасте толщ, заключающих эти строматолиты, однозначного мнения пока нет. И.К. Королюк (1969) относил бокситовую часть к докембрию, надбокситовую — к кембрию. В томе "Стратиграфия СССР. Верхний докембрий", куда входит упоминавшаяся статья И.К. Королюк (1963), вся боксонская свита отнесена к венду. Эта же точка зрения приводится в статье М.А. Семихатова и С.Н. Серебрякова (1967). В более поздней работе М.А. Семихатова, Вл.А. Комара и С.Н. Серебрякова (1970, стр. 183) отмечается "безусловно юдомский возраст большей части верхней подсвиты боксонской свиты" и не рассматривается вопрос о возрасте ее средней и нижней подсвит, отмечается лишь, что эти толщи "относятся к юдомскому комплексу недостаточно уверенно" (там же, стр. 185).

Большое количество разнообразных по полноте развития строматолитовых биогермов известно из отложений дашкинской свиты Енисейского кряжа. Эти строматолиты определялись М.А. Семихатовым (1962) как *Gymnosolen confrago* — *Sus* Semikh., а вмещающие их толщи относились к верхнему рифею. З.А. Журавлева определила из дашкинской свиты полный набор онколитов и катаграфий, характерных для юдомского (вендского) комплекса (Журавлева и др., 1969). Но надо отметить, что многие геологи по-прежнему считают эту свиту верхнерифейской.

На Анабарском массиве аналогом юдомской является старореченская свита, содержащая *Voxonia grumulosa* Kom., *Paniscollenia emergens* Kom., *Colleniella singularis* Kom. и *Stratifera irregularis* Kom. (Комар, 1966). На Оленекском поднятии из хатыспытской свиты указывалась *Voxonia grumulosa* Kom. (Комар, 1966), а также *Jurusania judomica* Kom. et Semikh. и *Paniscollenia emergens* Kom. (Семихатов и др., 1970). В вышележащей туркутской свите Вл.А. Комар (1966) отмечает присутствие *Colleniella singularis* Kom., *Paniscollenia emergens* Kom. и *Stratifera irregularis* Kom.

На Хараулахском выступе в породах хараутехской свиты Вл.А. Комаром (1966) отмечены *Voxonia grumulosa* Kom. и *Paniscollenia emergens* Kom. Позже к этому списку добавилась *Jurusania judomica* Kom. et Semikh. (Семихатов и др., 1970, стр. 176).

На Прикольмском поднятии в бассейне р. Колымы, на участке от устья р. Коркодон до устья р. Большой Столбовой, в породах коркодонской свиты Вл.А. Комаром и Р.С. Фурдуюем (1969) были обнаружены *Gongylina nodulosa* Kom. et Semikh., *Paniscollenia emergens* Kom. и *Colleniella singularis* Kom.

На Южном Урале к вендскому комплексу относится укская свита. Первоначально она включалась в состав миньярской свиты и, описывая укские строматолиты, я определил их как *Gymnosolen ramsayi* Steinm. (Крылов, 1963, рис. 29а). Проведенное З.А. Журавлевой (1967) изучение онколитов и катаграфий из укской свиты доказало вендский возраст этих отложений и заставило вернуться к дополнительным сборам и переизучению укских строматолитов. Это изучение показало, что укские постройки имеют определенные отличия от миньярских и по морфологии, и по текстурно-структурным особенностям, что позволило описать среди них новые формальные виды *Linella ukka* Kryl., *L. simica* Kryl. и *Tungussia bassa* Kryl. Две первые формы были найдены и на Среднем Урале в отложениях, относимых к клыктанской свите, в бассейне р. Линевки.

На Тянь-Шане и в Каратау строматолиты группы *Linella* Kryl. были встречены в чичканской свите (входящей по существовавшей тогда схеме в малокаройскую свиту) на южном склоне хр. Ичкелетау и в бассейне р. Кок-су в Малом Каратау. Они были описаны как новая форма *Linella avis* Kryl. Вместе с ними присутствуют *Conophyton gaubitza* Kryl. и *Patomia ossica* Kryl. Последняя форма, как уже упоминалось выше, содержится в переходной пачке в основании джербинской свиты Патомского нагорья вместе с верхнерифейскими онколитами и строматолитами смешанного, верхнерифейско-юдомского состава.

Наконец, упоминаются строматолиты из вендских отложений Русской платформы. На территории Белоруссии в керне скв. Р-3 Осиповичи на глубине 536,7-538,7 м были вскрыты доломиты, содержащие строматолиты с неясной внешней формой постройки, но имеющие микроструктуру, идентичную структуре формы *Voxonia grumulosa* Kom. (Журавлева, Чумаков, 1968, стр. 669; Семихатов и др., 1970, табл. XVIII, 2). Содержащие эти остатки доломиты ранее считались более древними, чем вендские отложения, но возможный вендский их возраст подтверждается находками онколитов "четвертого" юдомского комплекса.

Таким образом, юдомский (вендский) строматолитовый комплекс насчитывает более двух десятков формальных видов строматолитов, относящихся более чем к десяти группам и включающим представителей всех типов строматолитов. К сожалению, изучены эти строматолиты очень неравноценно: для многих форм в литературе не приведено морфологической характеристики, а некоторые описания, сделанные в диссертационных работах, еще не появились в широкой печати и, строго говоря, их наименованиями пока еще нельзя пользоваться. Среди столбчатых ветвистых строматолитов венда чаще других упоминаются формы из групп *Linella* Kryl., *Patomia* Kryl., *Voxonia* Korol. и *Jurusania* Kryl.: *Linella simica* Kryl., *L. ukka* Kryl., *Patomia ossica* Kryl., *Voxonia grumulosa* Kom. и *Jurusania judomica* Kom. et Semikh.

Для строматолитов группы *Linella* Kryl. (Крылов, 1967) характерны узловатые бугристые субцилиндрические (на значительных отрезках) или клубнеподобные столбики непостоянного диаметра с раздувами и пережимами. Ветвистость сложная. От первоначального столбика и в стороны отходят ответвления, часть которых выше разрастается в новый столбик, а часть имеет вид остроконечных пальчатых отростков и бугорков. Боковое ограничение местами не ровное, с козырьками, а местами с многократным глубоким облеканием. Наиболее разнообразны по форме столбики у *Linella avis* Kryl. (рис. 55, е-з). Постройки, относящиеся к *L. ukka* Kryl., имеют клубнеподобные столбики с относительно округлыми очертаниями и плавно изгибающимися контурами (см. рис. 55, а, б), *L. simica* Kryl. (см. рис. 55, в-д) - более "стройные" поперечно-ребристые столбики. Каждая из трех форм имеет и свои текстурно-структурные особенности (табл. V): обычно в слоях сочетаются однороднозернистая и комковато-стустковая структуры; у *L. avis* Kryl. расшифровка первичной струк-

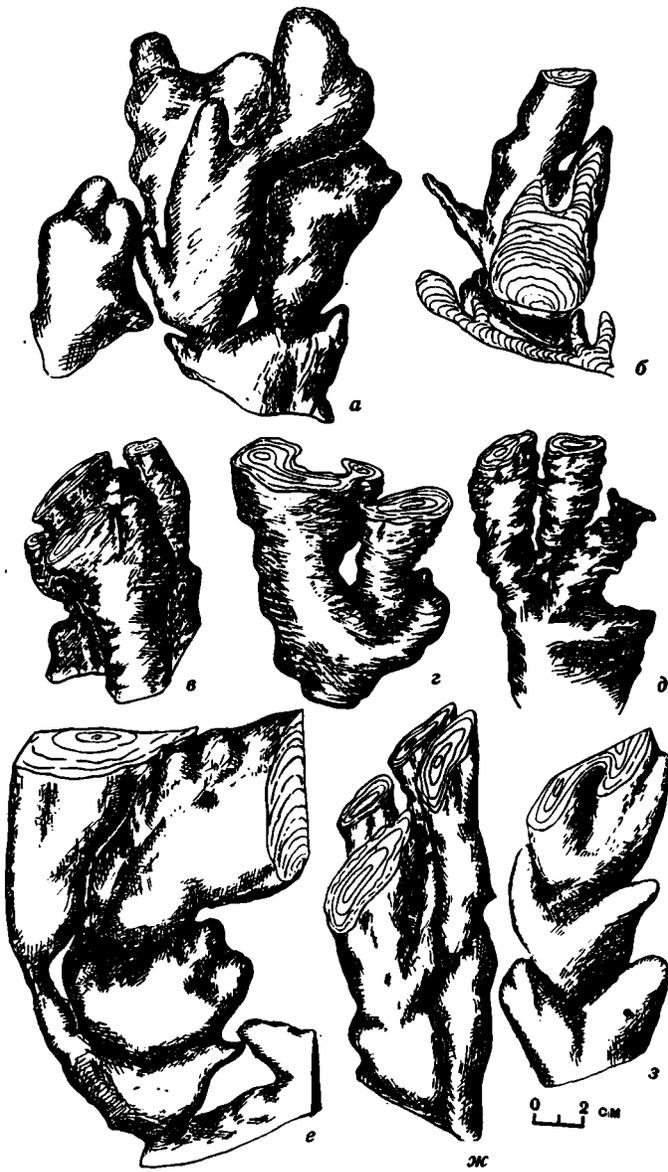


Рис.55. Форма столбиков строматолитов группы *Linella* Kryl. Юдомский комплекс (венд)

а,б - *L.ukka* Kryl.; в-д - *L.simica* Kryl.; е-з - *L.avis* Kryl.

а,в,г - укская свита; Южный Урал. б,д - клыктанская (?) свита; Средний Урал. е-з чичканская свита; Тянь-Шань

туры слоев затрудняется в связи с широким развитием окремнения и перекристаллизации.

Биогермы и биостромы, образованные постройками *Linella ukka* Kryl., наиболее полно развиты на Южном Урале в долине р. Басу против пос. Кулмас. К сожалению, не очень хорошая обнаженность и нечеткое отличие на выветрелой поверхности столбиков от вмещающей породы не позволили сделать полные их зарисовки. Однако отчетливо видно, что в краевых частях биогермов по-

является большое количество крупных, пологонаклонных и горизонтальных ответвлений с отходящими от них клубнеподобными столбиками (см.рис. 57,к). Эти постройки описаны как *Tungussia bassa* Kryl. (Крылов, 1967). Кроме них в биогермный ряд *Linella ukka* следует включать, очевидно, и пологоволнистые корки из основания биогермов.

Биогермы с *Linella simica* Kryl. хорошо обнажены на Южном Урале в выемках у железной дороги к востоку от г.Усть-Катав. Здесь видна веерообразная ориентировка столбиков в биогермах, наличие пологонаклонных построек в их краевых частях и отсутствие пластовых корок (рис. 56).

Более разнообразно выглядят биостромы и биогермы с *Linella avis* Kryl. Постройки с чрезвычайно сложными очертаниями столбиков лучше всего видны в обнажениях на южном склоне хр. Ичкелетау в Тянь-Шане (Крылов, 1967, фиг. 22).

К сожалению, в остальных случаях данные о морфологии руководящих форм вендского комплекса и о строении содержащих их биогермов гораздо менее полны.

Строматолиты группы *Patomia* Kryl. имеют узкие субцилиндрические столбики, с мелкобугристой поверхностью, расположенные вертикально и наклонно в пласте (рис. 57,а-и). От главного столбика отходит большое количество ответвлений, имеющих вид преимущественно мелких остроконечных пальчатых отростков. Слои обычно плотно облекают боковую поверхность столбиков, но в основании, кровле и боковых частях биогерма наблюдаются общие слой-мостики. Относительно мелкие размеры столбиков и их нечеткие очертания на фоне вмещающей породы не позволили сделать хороших зарисовок или фотографий биогермов.

Более сложным является вопрос о морфологии построек, относимых к *Voxonia grumulosa* Kom. При первичном описании этой формы указывалось, что эта форма имеет "прямые или слегка изогнутые субвертикальные столбики, обычно с гладкой боковой поверхностью. Облекание краевыми частями слоев боковой поверхности столбиков многократное, совершенное (многослойная "стенка"). Форма столбиков субцилиндрическая, с округлым поперечным сечением... Ветвление редкое, путем простого распада материнского столбика на более узкие дочерние столбики. В небольших линзовидных биогермах столбики расположены веерообразно" (Комар, 1966, стр. 81). В качестве основного диагностического признака формы указаны мелкокомковатая структура слоев и нечеткая слоистость.

В другом описании (Семихатов и др., 1970, стр. 160) добавляется, что кроме простого распада столбиков в небольших биогермах столбики могут

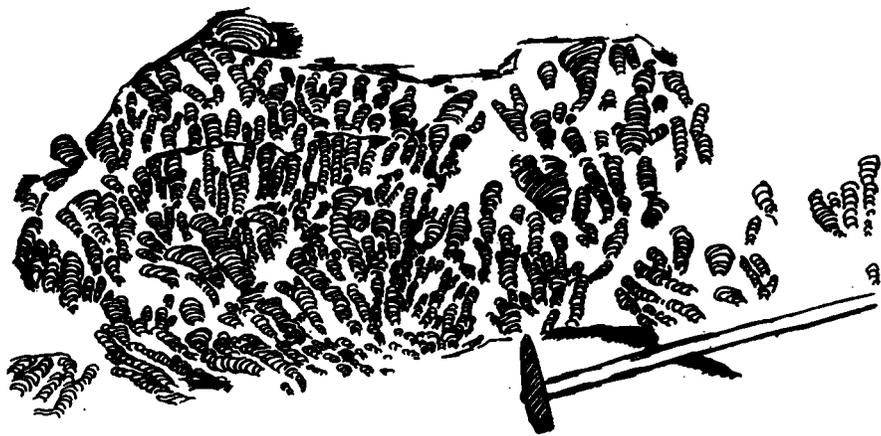


Рис.56. Биогерм с *Linella simica* Kryl. (в центральной части). Юдомский комплекс (венд), укская свита; Южный Урал, район ст.Шубино

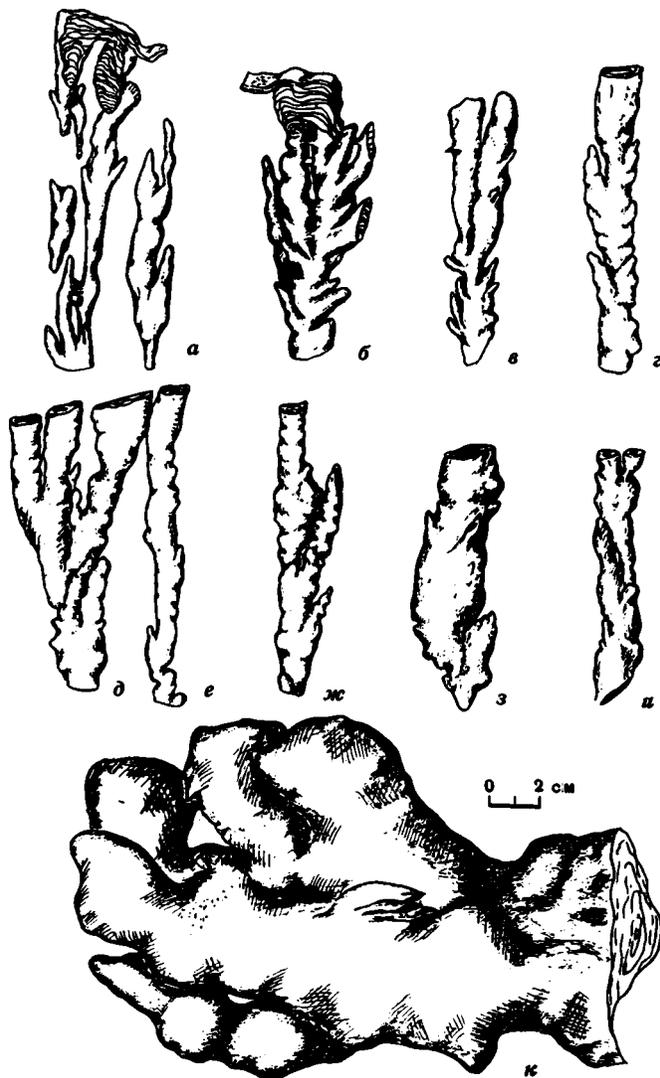


Рис.57. Форма столбиков *Patomia ossica* Kryl. (а-и) и *Tungussia bassa* Kryl. (к). Юдомский комплекс (венд)

а-в - основание жербинской свиты; Патомское нагорье, р.Лена против устья р.Б.Патом. г-и - чичканская свита; г-ж - Малый Каратау, з-и - Тянь-Шань, р.Чичкан. к - укская свита; Южный Урал

расширяться в местах ветвления и расходиться от точки ветвления под разными углами, а боковое ограничение может быть местами прерывистым. Следует заметить, что при таком расширении диагноза в нем не остается ничего от первичного диагноза И.К.Королюк, а широкий диапазон признаков позволяет при желании отнести к этой группе столбчатые строматолиты, имеющие столбики любой формы, с любым боковым ограничением и разветвляющиеся любым образом. Судя по фотографиям (Семихатов и др., 1970, табл. XVI, 1-3; табл. IX, 3-4), авторы так и поступают, а при определении упоминавшихся выше строматолитов из Белоруссии эти остатки были отнесены к *Voxonia* по одной микроструктуре, поскольку материал не давал возможности даже определить тип постройки - столбчатые это формы или пластовые. Не опубликовано

ни одного объемного изображения и ни одной зарисовки или фотографии биогермов с этими постройками.

Ни одного изображения биогермов или построек не опубликовано и для другой руководящей формы юдомского комплекса — *Jurusania judomica* Kom. et Semikh. В описании (Семихатов и др., 1970, стр.167) отмечается, что "постройки представлены крупными, в плане сильно вытянутыми овальными или округлыми столбиками, в нижней части объединенными единым пластобразным цоколем. Высота столбов от 10–15 до 80–100 см, поперечное сечение меняется в пределах 5–15 см по короткой и 10–40 см по длинной оси. Столбики более или менее ровные, реже слабо искривленные или несколько расширяющиеся. Ветвление наблюдается очень редко и происходит путем простого распада широкого столбика на два более узких. Боковая поверхность без облекания, нередко окруженная как бы губчатой тонкой пленочкой". Микроструктура "обусловлена чередованием волнистых, часто прерывающихся слоев изменчивой толщины (0,01–1,0 мм) темного пелитоморфного карбоната и близких по толщине светлых слоев тонкозернистого" (Семихатов и др., 1967, стр.1120).

Кроме того, недавно были опубликованы краткие сведения о биогермах с *Aldania sibirica* (Jak.) и некоторых других формах из юдомского комплекса (Крылов, 1969).

Обзор данных о вендских строматолитах следует завершить материалами по строматолитам дашкинской свиты Енисейского края. Они образуют биогермы, разнообразные по размерам и полноте развития. В их центральных частях содержатся столбчатые ветвистые постройки, определявшиеся М.А.Семихатовым (1962, табл. XVII, 7,8; табл. XVII, 1) как *Gymnosolen confragosus* Semikh.

Форма *Gymnosolen confragosus* и связанные с ней постройки появляются на Енисейском крае в дадыктинской свите, причем по морфологии, текстуре и структурным особенностям они неотличимы от дашкинских. В свите Серого ключа, подстилающей дадыктинскую, содержится *Minjaria uralica* Kryl. — характерная форма миньярского строматолитового комплекса верхнего рифея. Присутствие *Gymnosolen confragosus* не противоречит выводам о юдомском (вендском) возрасте дашкинской свиты, но и не подтверждает их непосредственно, поскольку строматолиты, подобные дашкинским, в разрезах юдомской свиты пока не известны.

Среди этих строматолитов (рис. 58) преобладают неровные ветвистые столбики в общем субцилиндрической формы, часто с раздувами и пережимами шириной 2–3 см и высотой до 20 см. Биогерм иногда начинается с пластовой корки (по существу это — пластовый строматолит, близкий к *Irregularia* Korol.), от которого вверх и в стороны растут столбчатые постройки. Но во многих случаях общей пластовой корки нет и каждый столбик имеет свое основание, нарастая на гальки или бугорки на субстрате (см. рис. 58, а, б, г, ж). В ряде случаев такие столбики не успевают развиться и прекращают рост на самых ранних стадиях (см. рис. 58, а, г).

В совместной работе Вл.А.Комара и М.А.Семихатова, опубликованной в 1965 г., было отмечено, что "дашкинские строматолиты обладают более сложным ветвлением и несколько иной микроструктурой и их... следует отделить от типичных *G. confragosus* (Комар, Семихатов, 1965, стр. 1385). Однако переописания этих строматолитов до сих пор не появилось.

В разрезах Урала, Патомского нагорья и Енисейского края вендские строматолиты, как правило, тесно связаны со строматолитовыми комплексами верхнего рифея. Узкие линеллы первоначально описывались как *Gymnosolen* (Крылов, 1963); *Patomia ossica* и другие формы из переходной пачки в основании жербинской свиты встречаются совместно с *Gymnosolen* и онколитами "третьего" каратауского комплекса, *Gymnosolen confragosus* проходит в дашкинскую свиту из дадыктинской, а вообще эта форма известна с нижних горизонтов верхнего рифея. Однако в самых верхних горизонтах юдомской свиты в бассейне р. Алдан встречены формы (*Aldania sibirica*, *Jurusania tumuldurica*), которые по морфологическим и текстурным особенностям близки к нижнекембрийским строматолитам *Tunicata noctuica*, *Collumnaefacta vulgaris* и др.

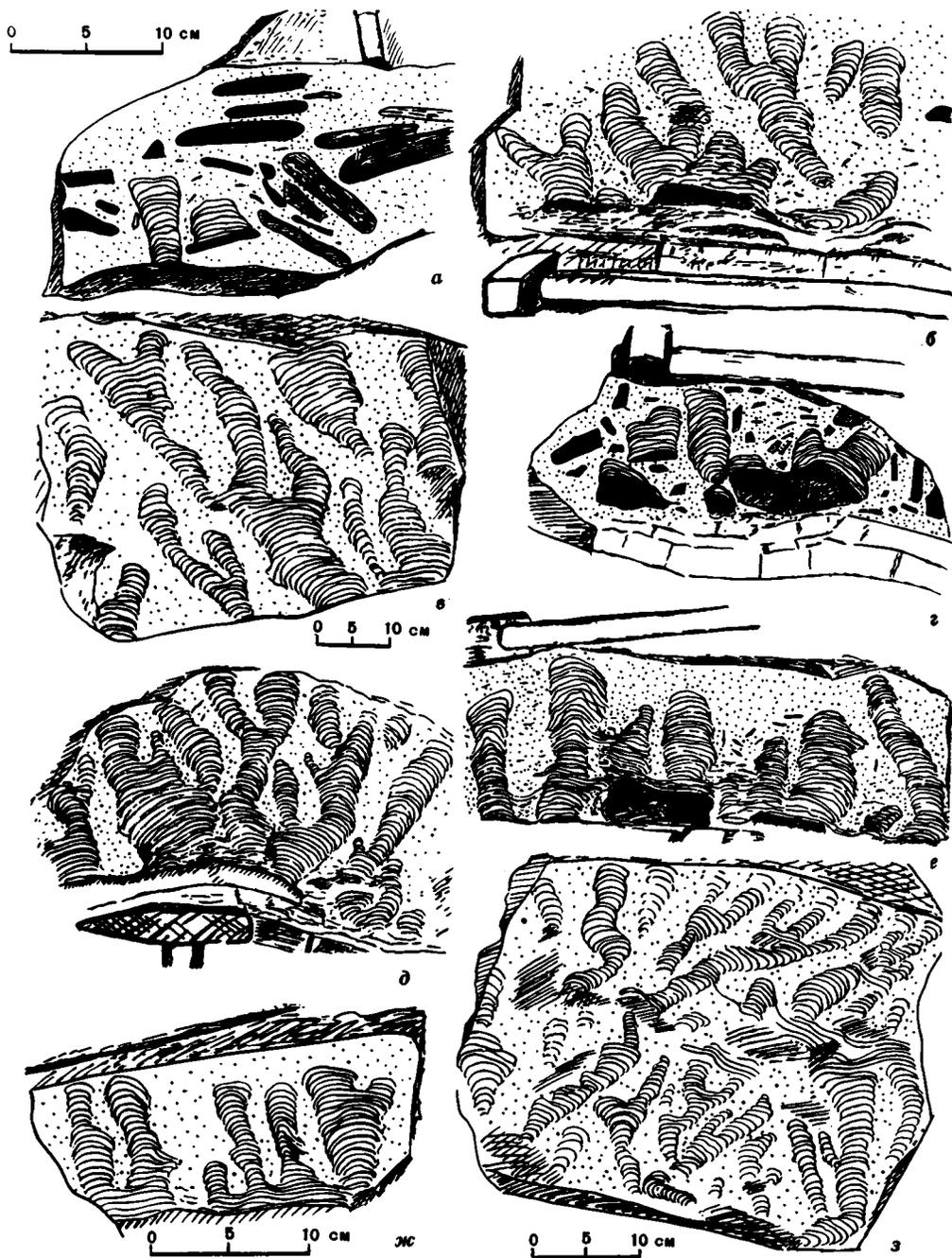


Рис.58. Биогермы строматолитов из дадыктинской (а-г) и дашкинской (д-э) свит Енисейского края, верхний рифей – венд

а-г, з - р.Каменка; д-ж - р.Удереи

Это позволило сделать вывод, что по строматолитам юдомскую фитему следует считать допалеозойским образованием, тесно связанным с верхним протерозоем и составляющим относительно небольшую его часть. Наличие в его верхах несколько иных форм позволяет надеяться на его более дробное расчленение в будущем (Крылов, 1967, 1968, 1969).

Вывод о двучленном разделении юдомского строматолитового комплекса Сибири делают М.А. Семихатов, Вл.А. Комар и С.Н. Серебряков (1967, 1970), выделяющие в низах венда слои с преобладанием *Voxonia grumulosa* и *Jurusania judomica*, а в верхах — слои с *Linella simica*, *Voxonia ingilica* и *V.allachjunica*, но и это разделение нельзя пока считать окончательным, поскольку на Урале *Linella simica* Kryl. характеризует довольно низкие горизонты укской свиты, а *Voxonia judomica* Kom. et Semikh. в Прибайкалье (р. Куртун) поднимается и в более верхние горизонты морской свиты.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИФЕЙСКИХ СТРОМАТОЛИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

Сравнение изложенных материалов по докембрийским строматолитовым комплексам показывает, что различие между ними не ограничивается разницей в "списочном составе". Каждый из комплексов своеобразен, хотя далеко не всегда это своеобразие легко сформулировать в достаточно краткой форме и свести к нескольким четким характеристикам. Такие попытки, как известно, делались неоднократно и служили основанием для выводов о закономерной изменчивости строматолитов во времени¹.

Наиболее полный перечень признаков, по которым может быть проведено такое сравнение, мы находим в работе В.П. Маслова (1960, стр. 155–157), который сравнивал строматолиты из ордовикских и кембрийских отложений. Но в данном случае нас интересует не само сравнение, а методический подход и критерии.

1. В кембрии преобладают разнообразные столбчатые постройки, в ордовике их меньше.
2. При разнообразии столбчатых построек общее количество типов строматолитов в кембрии значительно меньше (в основном только столбчатые), чем в ордовике.
3. Наличие в кембрийских отложениях сложных биогермов, в которых сочетаются постройки разных типов.
4. Наличие в кембрийских отложениях строматолитов со слоями в виде волнистой ("дрожащей") линии.
5. Своеобразие структур, в частности широкое развитие в ордовике структур *Stylostroma*.

И.К. Королюк (1960, 1963) показала изменение во времени характера бокового ограничения столбиков — от "лохматых" бесстеночных форм к постройкам с четкой, иногда многослойной стенкой.

Изучение столбчатых ветвистых строматолитов Урала подтвердило этот вывод и позволило говорить о трех группах признаков строматолитов, проявляющих определенную изменчивость во времени (Крылов, 1960б, стр. 898).

¹В ряде работ можно встретить выражение "развитие" и даже "эволюция строматолитов". Впервые об "общем ходе эволюции" строматолитов писал А.Г. Вологдин (1955б, стр. 45), а потом это выражение перешло и в другие работы. Позже высказывались возражения против применения к строматолитам слова "эволюция", поскольку это не организмы, и, следовательно, они не могут эволюционировать сами по себе. Я не вижу в этом выражении ничего плохого: ведь говорим же мы об "эволюции процессов литогенеза", "эволюции летательных аппаратов", "эволюции идей" и даже об "эволюции моды".

1. Характер ветвления: от простого деления широкого столбика на более мелкие (саткинская свита) до сложного ветвления строматолитов каратауской серии.

2. Характер бокового контакта столбика с вмещающей породой: от форм с неполным облеканием столбика слоями в саткинской и авзянской свитах до форм с отчетливым облеканием в каратауской серии.

3. Характер слоистости: появление в миньярской свите строматолитов с неровной узловатой, как бы "дрожащей" слоистостью; эти формы следует считать переходными к палеозойским строматолитам типа *Collenia ocunaica* Masl., *Collenia umbella* Masl.

Позже (Крылов, 1963, стр. 109) эти три группы признаков были уточнены. По-видимому, правильнее говорить не об изменении ветвления, а об общем усложнении формы построек, которая выражалась в более частом и сложном ветвлении столбиков у относительно "молодых" строматолитов, в появлении построек с неровными столбиками, имеющими раздувы и пережмы, иногда узловатыми, бугорчатыми. У нижнерифейских строматолитов *Kussiella kus-siensis* слои свисали по периметру столбика, образуя карнизы и валики, у среднерифейских *Baicalia* местами облекали столбики, а местами свисали с их краев, образуя козырьки, а у *Minjaria* и *Gymnosolen* плотно облекали боковую поверхность столбиков. По-прежнему отмечалось появление в верхних горизонтах рифея построек с неровной "дрожащей" слоистостью.

Два первых критерия — изменение характера ветвления и характера бокового ограничения использует при сравнении строматолитов из разных горизонтов рифея и М.Е. Раабен (1969). Характер ветвления она считает важнейшим таксономическим признаком. По ее представлению, в нижнем рифее присутствуют только "пассивноветвящиеся" куссиелиды, в среднем появляются "активноветвящиеся" непараллельноветвистые тунгуссиды, а в верхнем рифее — "активноветвящиеся" параллельноветвистые гимносолениды (см. табл. 5, 7). "Эта схема имеет еще то практическое преимущество, что позволяет исследователю уже в поле определить надгруппы строматолитов, а тем самым в ряде случаев позволяет в грубых чертах определять в поле возраст толщ — верхне-, средне- или нижнерифейский" (Раабен, 1969, стр. 64).

Мне кажется, что такой подход является слишком упрощенным и уже сейчас можно говорить о его несоответствии имеющимся фактам: четкие гимносоленоподобные постройки имеются и в ятулийских отложениях Карелии (Крылов, 1966), и в отложениях нижнего протерозоя Канады (Donaldson, 1963, фиг. 4-е; Hofmann, 1969, фиг. 4 b, c, f). Очевидно, нельзя говорить в такой же категоричной форме и о характере бокового ограничения: те же ятулийские *Sundia* имеют очень четкое боковое ограничение.

Эти факты показывают, что мы не должны, очевидно, сопоставлять признаки строматолитов в отрыве один от другого и говорить о каком-то "уровне развития" этих признаков. Так, нижнерифейские строматолиты группы *Linella* по "уровню развития" ветвистости должны были бы рассматриваться как верхнерифейские, а некоторые канадские строматолиты, описанные Дональдсоном и Гофманном (например, Hofmann, 1969, табл. 13), по "уровню развития" стенки не уступят кембрийским постройкам. Вряд ли можно говорить о существенном увеличении или изменении количества типов строматолитов в рифейское время. Все основные их разновидности — столбчатые, пластовые, желваковые со всей гаммой переходов известны и в нижнем рифее, и в нижнем кембрии. Резкая смена типов построек, наблюдаемая на стратиграфических границах в некоторых регионах, отражает, очевидно, какие-то местные, региональные условия, а не закономерности изменчивости строматолитов в целом. Так, смена столбчатых строматолитов желваковыми и пластовыми на нижней границе венда, очень четко выраженная на склонах Анабарского поднятия, не является повсеместной — на Урале и на Хараулахе эта смена не чувствуется совсем.

Находки стеночных или кустистых строматолитов в глубоком докембрии не изменяют общего представления о смене строматолитовых комплексов в раз-

ных горизонтах рифея, а опровергают только упрощенные схематические представления об этих комплексах. Мы не можем утверждать, что строматолиты со стенкой не могут быть встречены, скажем, в нижнем или в среднем рифее, но уверенно можем говорить о преобладании или о широком распространении стеночных строматолитов в верхнем рифее, венде и особенно в кембрии. По-прежнему можно говорить о закономерном изменении характера слоистости строматолитов с появлением в верхнем рифее форм с нечеткими, неровными, узловатыми "дрожащими" слоями, не имеющими четких границ. Полностью принимая упреки в субъективности понятия "сложность морфологии", я по-прежнему считаю, что многократно ветвящиеся узловатые и неровные столбики из верхнерифейских гимносоленовых биогермов о-ва Кильдин и Тянь-Шаня или из линелловых биогермов венда Южного Урала имеют более сложную морфологию, чем любые постройки из нижнерифейских отложений Урала или Сибири. Наконец, изменилась и строение биогермов, и соотношение построек, различных по морфологии, внутри этих биогермов.

На современной стадии изучения строматолитов их комплексы и подкомплексы надо, очевидно, понимать как эмпирически устанавливаемые устойчивые сообщества всех строматолитов, содержащихся в изучаемых нами толщах. Для каждого из комплексов имеются группы и формы, наиболее широко распространенные и как бы определяющие его "лицо" — например, якутофитоны и байкалли для среднерифейского, юрматинского комплекса или *Gymnosolen ramsayi* и *Minjaria uralica* для верхнерифейского. Из табл. 12 видно, что в биогермные ряды руководящих форм могут входить постройки, сходные с представителями руководящих групп, характерных для других уровней. Так, в биогермах с *Kussiella kussiensis* и *Iliella kotuikanica* вполне возможны находки форм, отвечающих диагнозу группы *Inzeria*, а в биогермах с *Jacutophyton ramosum* — постройки, отвечающие диагнозам групп *Jurusania* и даже *Gymnosolen*. Напомним, что строматолиты, близкие к *Gymnosolen*, упоминаются из ятулийских отложений Карелии (Крылов, 1966б) и из афебия Канады (Hofmann, 1969б). Если бы мы попытались устанавливать верхний рифей "по первому появлению" инзерий — нам бы пришлось опускать границу до основания нижнего рифея, а "по первому появлению" гимносоленов и катавий — еще ниже, в нижний протерозой. Сопоставления и обоснования стратиграфических границ возможны только по всему комплексу формальных видов и родов строматолитов.

Рассмотрим краткие характеристики строматолитовых комплексов рифея.

Во всех трех регионах, где имеются доказанные нижнерифейские отложения, в них встречены достаточно разнообразные и полно развитые биогермы, содержащие строматолиты всех морфологических типов. Наиболее широко распространены биогермы с *Kussiella*, *Omachtenia* и *Stratifera*. Встречаются конофитоны, дающие довольно крупные постройки. Кстати, конофитоновые биогермы Бакала являются, очевидно, самыми большими из известных пока в литературе строматолитовых биогермов.

Преобладают строматолиты без облекания, преимущественно с кольцевыми карнизами. Стеночные формы в нижнем рифее пока не известны. Широкое развитие построек *Kussiella* Kryl. с простым последовательным распадением столбиков долгое время заслоняло наличие в нижнем рифее и построек иного типа (*Iliella* Kryl. или тунгуссиеподобные формы из краевых частей биогермов). В верхних горизонтах нижнего рифея (бакальская свита Урала) появляются якутофитоны. Следует заметить, что одинаковые строматолиты встречаются в различных типах карбонатных пород: в сероцветных доломитах (Урал, частично Анабарский массив), в светлых доломитах (Анабар) и в красноцветных доломитах (Учуро-Майский район). Во всех этих случаях в строматолитах преобладают пластинчатые и полосчатые (чаще ритмичнополосчатые) текстуры и зернистые структуры.

Пока рано, очевидно, говорить о выдержанном в разных регионах разделении нижнерифейского строматолитового комплекса на более дробные. На Урале (Крылов, 1971, стр. 26) можно выделить саткинский горизонт с *Kussiella*

kussiensis, *Gongyлина diferenciata* и стратиферами и бакальский горизонт, для которого характерны биогермы с крупными *Conophyton cylindricum* Masl. и *Gaio* Kryl. На севере Сибирской платформы (Комар, Семихатов, 1968, стр.101) слои с *Kussiella* тяготеют к низам разреза, а слои с *Gongyлина* и *Stratifera* — к верхней части нижнего рифея, в Учуро-Майском районе (Комар и др., 1970) *Kussiella kussiensis* известна в верхних частях нижнего рифея и, возможно, проходит и в средней рифей. На Анабарском массиве Н.П.Голованов (1970) выделяет три строматолитовых подкомплекса и четыре пачки слоев, охарактеризованных эндемичными строматолитами.

Среднерифейские отложения характеризуются широким развитием биогермов с *Baicalia* и *Jacutophyton*. Биогермы с *Baicalia* обычно содержат в основании и кровле мощные зоны пластовых построек а в краевых частях — постройки *Tungussia* и столбчато-пластовые строматолиты. Намечается разделение единого среднерифейского комплекса на три более дробных — светлинский со *Svetliella*, ципандийский с *Baicalia*, *Parmites* и *Compactocollenia* и лахандинский с *Baicalia lacera* и массовым распространением крупных якутофитоновых биогермов. Эти три подкомплекса особенно четко видны в Учуро-Майском районе, где они приурочены к несколько различающимся литологическим типам пород: светлинский — к сероцветным доломитам, ципандийский — преимущественно к светлым массивным доломитам и лахандинский — к пестроцветным и сероцветным доломитам и известнякам. Однако на Урале строматолиты ципандийского подкомплекса известны и в сероцветных доломитах (ушаковская и катавская толщи авзянской свиты) и в светлых и розовых доломитах (реветская толща). Ляхандинский подкомплекс строматолитов в других частях Сибири приурочен к пестроцветным глинистым известняково-доломитовым толщам (джурская свита Енисейского края, деревнинская свита Туруханского района).

Общий облик юрматинского комплекса строматолитов определяют преимущественно байкалии — клубнеподобные бесстеночные постройки с многочисленными козырьками и слоями-мостиками. В верхней части среднерифейских отложений (лахандинский горизонт) встречаются иногда формы с субцилиндрическими столбиками и гладкой боковой поверхностью. Труднее дать общую текстурно-структурную характеристику среднерифейских строматолитов. Отмечаются и пластинчатые, и слоистые, и ступковидные текстуры и структуры; светлинские формы имеют отчетливую губчатую структуру.

Верхний рифей повсеместно характеризуется разнообразными биогермами с субцилиндрическими столбиками, имеющими гладкую боковую поверхность (типа "однослойной стенки", по терминологии И.К.Королюк) и достаточно сложное, иногда кустистое ветвление — *Minjaria* Kryl., *Gymnosolen* Steinm., *Anabaria* Kom. В разрезах Урала намечается разделение единого каратауского строматолитового комплекса на два подкомплекса — катавский с *Inzeria tjomusi* Kryl. и *Jurusania cylindrica* Kryl., приуроченный к пестроцветным глинистым известнякам, и миньярский с *Minjaria uralica* Kryl. и *Gymnosolen ramsayi* Steinm., встреченный в сероцветных доломитах. В Учуро-Майском районе встречены только катавские формы, тоже приуроченные к пестроцветным известнякам. Однако в разрезах верхнего докембрия КНДР, которые я имел возможность посетить в 1970 г. совместно с М.А.Семихатовым, типичные *Jurusania cylindrica* Kryl. находятся в сероцветных породах низов верхнего рифея.

Это позволяет сделать заключение, что два строматолитовых комплекса в каратауских отложениях являются скорее возрастными, чем фаціальными.

В верхнем рифее впервые появляются моногишные биогермы, сложенные только столбчатыми постройками (о-в Кильдин, п-ов Канин, Патомское нагорье). Среди структур преобладают ступковидные и комковатые, слоистость у большинства миньярий и гимносоленов утрачивает четкость. Но наряду с этим можно видеть и строматолиты (*Jurusania cylindrica*, *Inzeria tjomusi*) с отчетливой слоистостью и равномернозернистой структурой. Строматолитовые комплексы вендской (юдомской) фитемы достаточно тесно связаны с верхнерифейскими и

являются как бы их закономерным развитием: сложноветвистые постройки *Linella* с многослойным облеканием выглядят прямыми "потомками" верхнерифейских миньярий и гимносоленов. Однако ряд форм (*Aldania sibirica*, *Jurusania tumuldurica*) имеет определенные черты сходства морфологии и текстурно-структурных особенностей с кембрийскими строматолитами. Это позволяет говорить, что вендский строматолитовый комплекс имеет как бы промежуточный, переходный характер между верхним рифеем и кембрием, но более тесно связан с рифеем, чем с палеозоем. Большое разнообразие построек *Linella*, *Aldania*, *Patomia*, *Dgerbia*, *Voxonia* и других групп, встречаемых в юдомских отложениях Урала, Сибири и Средней Азии, не позволяет говорить о какой-либо их общей морфологической характеристике. Можно отметить только наличие многослойной четкой стенки у боксоний и линелл. Такими же разнообразными представляются и структуры вендских строматолитов. Отмечается широкое развитие ступчатых, комковатых, губчатых и других структур.

Разделение вендского комплекса на два самостоятельных, которое нечетко намечается и при сравнении с более древними и более молодыми строматолитами (Крылов, 1967, 1968), и из анализа списочного состава этих форм (Семихатов и др., 1967, 1970), является достаточно условным.

В целом надо отметить чрезвычайно широкое распространение строматолитов в рифейских отложениях. Практически каждая достаточно мощная карбонатная толща рифея во всех регионах нашей страны содержит эти остатки, причем эти толщи могут быть и типично геосинклинальными (Северный Тянь-Шань), и миогеосинклинальными, и платформенными. В палеозое происходит резкое сужение ареалов их распространения.

Глава II

ФАНЕРОЗОЙ

ПАЛЕОЗОЙ

Строматолиты из палеозойских отложений известны во многих частях нашей страны и за ее пределами, однако дать какую-то общую их характеристику достаточно трудно. Первая причина такой трудности — значительное сужение ареалов распространения строматолитов в палеозое в сочетании с гораздо меньшей выдержанностью их морфологических характеристик. Так, кембрийские столбчатые строматолиты, позволяющие каким-то образом сравнивать их с рифейскими, описаны только на южном и юго-западном обрамлении Сибирской платформы (Королюк, 1960, 1963; Королюк, Сидоров, 1969а; Сидоров, 1960). Указания о находках строматолитов в кембрийских отложениях других районов для сравнительного анализа использовать трудно. В ряде случаев изменилась или уточнилась их стратиграфическая привязка, и строматолиты оказались докембрийскими, как это было с большинством форм, описанных в свое время В.П.Масловым (1937; и др.). В других случаях приводятся либо только упоминания о наличии строматолитов, либо крайне скупые и сжатые их описания, не позволяющие получить ясного представления об этих остатках (например, описание *Collenia turtshanensis* Nuzhn. из среднего кембрия верховьев р. Маи, опубликованное в 1960 г. С.В.Нужновым). По этим же причинам трудно найти сравнительный материал и среди зарубежных работ по кембрийским отложениям. В еще большей степени это относится к строматолитам силура, карбона и многих других стратиграфических уровней.

Резкое сужение площадей развития строматолитов в фанерозое сопровождается изменением их общего облика. И.К.Королюк (1963, стр. 497) характеризует особенности нижнекембрийских строматолитов следующим образом: "Столбчатые бесстеночные формы превалируют на протяжении большей части докембрия и сменяются в конце его группами со стенками, наиболее интересные представители которых имеются уже в кембрие. Наряду с этим

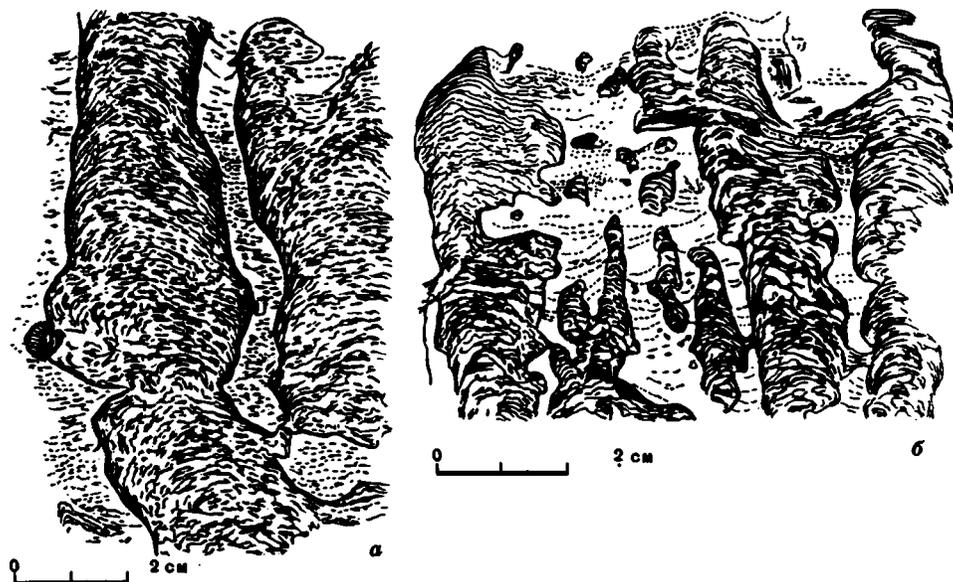


Рис. 59. *Ilica composita* Sid. Нижний кембрий

а - обр. 3873/3; Прибайкалье, р.Иликт. б - обр. 3865/47; верхняя часть юдейской свиты; р.Олекма

все больше появляется пластовых и желваковых форм, т.е. строматолитов без четких морфологических элементов, которые уже явно преобладают в ордовике". Одновременно Королюк указывает на своеобразие микроструктур кембрийских строматолитов без расшифровки, в чем это своеобразие состоит.

Рассмотрим имеющиеся данные о кембрийских строматолитах Иркутского амфитеатра и Патомского нагорья.

В Иркутском амфитеатре И.К.Королюк (1960) отмечает во введенской свите наличие пластовых строматолитов *Stratifera rara* Korol., *Paniscollenia vulgaris* Korol. и *Collumnaecollenia tigris* Korol. В ангарской свите отмечены *Paniscollenia vulgaris* Korol., *P.magna* Korol., *Colleniella idensis* Korol., *C.bella* Korol., *C. calix* Korol. и *Linocollenia angarica* Korol. В 1960 г. А.Д.Сидоров описал из введенской свиты характерную форму *Ilica composita* Sid. Наконец, совсем недавно А.Д.Сидоровым были описаны две формы из усольской свиты бассейна р. Урик - *Uricatella urica* Sid. и *Voxonia divertata* Sid. (Королюк; Сидоров, 1969б).

В среднем течении р. Лены у пос. Нохтуйск в верхней части пестроцветной свиты И.К.Королюк и А.Д.Сидоровым (1969а) были описаны *Parmites victorius* Sid., *Collumnaefacta vulgaris* Sid., *Tunicata noctuica* Sid. и *Sacculia (?) zonalis* Korol. Две первые формы встречены были также в пестроцветной свите нижнего кембрия у дер. Паршино, а первая форма - и в верхней части юдейской свиты на р. Олекме у Юдейских скал.

Наиболее широко распространена в нижнекембрийских отложениях форма *Ilica composita* Sid., которая известна в породах введенской свиты в Прибайкалье у слияния рек Правая и Левая Иликт, по р. Лене у поселков Дубровская, Иванушково (Сидоров, 1960), а также встречена нами на р. Иркут у пос. Введенское, на р. Лене в районе дер. Рысьей и на р. Олекме в юдейской свите у Юдейских скал. Это столбчатые ветвистые строматолиты с субцилиндрическими столбиками высотой 15-20 см и диаметром от 1 до 5 см с четкой "стенкой" (рис. 59). Морфология построек очень разнообразна. На

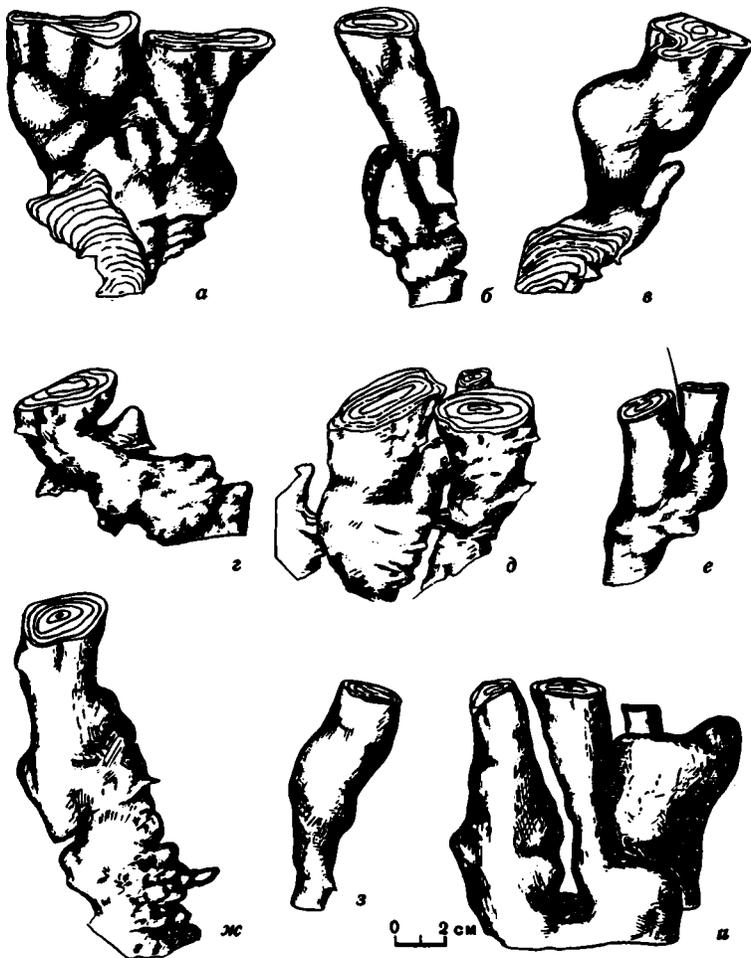


Рис.60. Форма столбиков *Ilicta compta* Sid. Нижний кембрий
а-и - Прибайкалье, р.Иликта

рис. 60 изображены столбики из одной большой (0,5–0,7 м) глыбы из того же обнажения, откуда происходит типичная форма – с правого берега р. Иликта в 0,5 км ниже слияния рек Правая и Левая Иликта. Как можно видеть, постройки а–в напоминают *Baicalia*, е–и – похожи на *Gymnosolen*, г – на *Tungussia*. Наличие многослойной стенки, разумеется, не позволяет отнести их ни к одной из перечисленных групп, но важно отметить изменчивость морфологии. В постройках с рек Лены и Олекмы можно видеть столбики, похожие на *Jugusania* (а–в) или на *Baicalia* (г). Слоистость нечеткая. Комки и светлые пятна ("каналы", по терминологии А.Д.Сидорова) ориентированы в общем по наслоению и дают своеобразный, легко узнаваемый в шлифе рисунок (табл. VI; табл. VII, 1,2). Биогермы в обнажениях обычно видны плохо. Удалось сделать всего одну зарисовку (рис. 61), причем отнесены эти строматолиты к группе *Ilicta* со значительной долей условности из-за плохой сохранности. Описание этих биогермов и их положение в циклично построенной пестроцветной свите приведено в работе И.К.Королюк (1962, стр. 86–90).

Большая изменчивость морфологии столбиков характерна и для другой кембрийской формы *Tunicata noctuica* Sid. (рис. 62, в–д). Приведенные изобра-

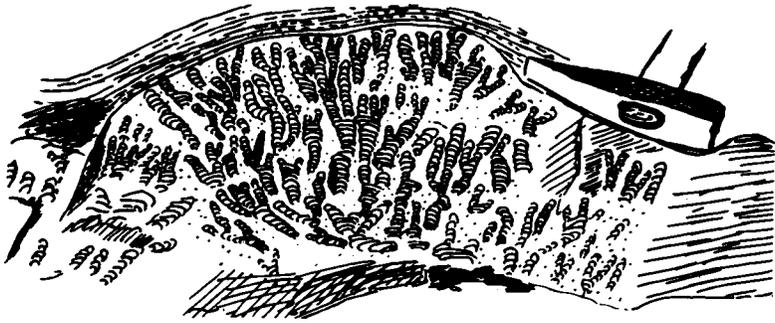


Рис. 61. Биогерм с *Ilicta composita* Sid. (?). Нижний кембрий, пестроцветная свита; р. Лена у дер. Рысья

жения не исчерпывают многообразия этих построек, сложенных субцилиндрическими прямыми или слегка изгибающимися столбиками высотой до 10–15 см и толщиной 2–4 см. Ветвление на два–три новых столбика, расходящихся в стороны или субпараллельных. Столбики окружены своеобразным чехлом из светлого кристаллического карбоната (табл. VII, 4). Слоистость нечеткая. В столбиках преобладает не очень ясно выраженная губчатая структура – с большим количеством светлых каналов, между которыми заключены участки с зернистой и комковатой структурой (табл. VIII, 3, 4; табл. VII, 3). Эти строматолиты не образуют четко выраженных биогермов и плохо видны в обнажениях.

Строматолиты *Parmites victorius* Sid. (см. рис. 62, а, б), напротив, имеют очень заметные, контрастирующие с вмещающей породой столбики с нерезкими причудливыми очертаниями, с большим количеством пологих длинных козырьков и переходных мостиков, так что само понятие "столбик" для них иногда становится условным (см. Корюков, Сидоров, 1969а, стр. 204–207, табл. XXXIX). Слоистость нечеткая. Структура сгустковая. Сгустки имеют удлиненные очертания и вытянуты по напластованию. Они сложены тонкозернистым кальцитом с равномерно распределенным в нем тонким углисто-глинистым веществом (табл. VIII, 1, 2).

Рассматривая комплекс нижнекембрийских строматолитов в целом, можно, во-первых, полностью присоединиться к приведенному выше выводу И. К. Корюкова о массовом распространении в кембрии типичных стеночных форм. Во-вторых, действительно создается впечатление, что кембрийские строматолиты являются как бы менее четкими по своим морфологическим признакам и обладают постройками более изменчивой и разнообразной формы. Но мне кажется, что вряд ли было бы верно сводить это различие к замене преобладания столбчатых строматолитов пластовыми и желваковыми. И пластовые, и желваковые постройки широко распространены и в рифее, но исследователи, естественно, обращали внимание на более четкие, разнообразные и эффектные столбчатые строматолиты.

Уменьшение четкости морфологических характеристик у столбчатых кембрийских строматолитов вызывается в первую очередь значительным уменьшением размеров биогермов. В штуфе, взятом из крупного рифейского биогерма, можно было видеть однотипные постройки – "тунгуссоидные" из краевой части, пластовые – из основания, параллельно-столбчатые – из центральной части. Нижнекембрийские строматолитовые биогермы имеют в принципе такое же строение, как и рифейские, но размер их уменьшился, а весь набор, характеризующий биогермный ряд формы *Ilicta composita* или *Tunicata noctuica*, можно встретить в пределах одной относительно не крупной глыбы, как это показано на рис. 60. Различно ориентированные и имеющие разную форму

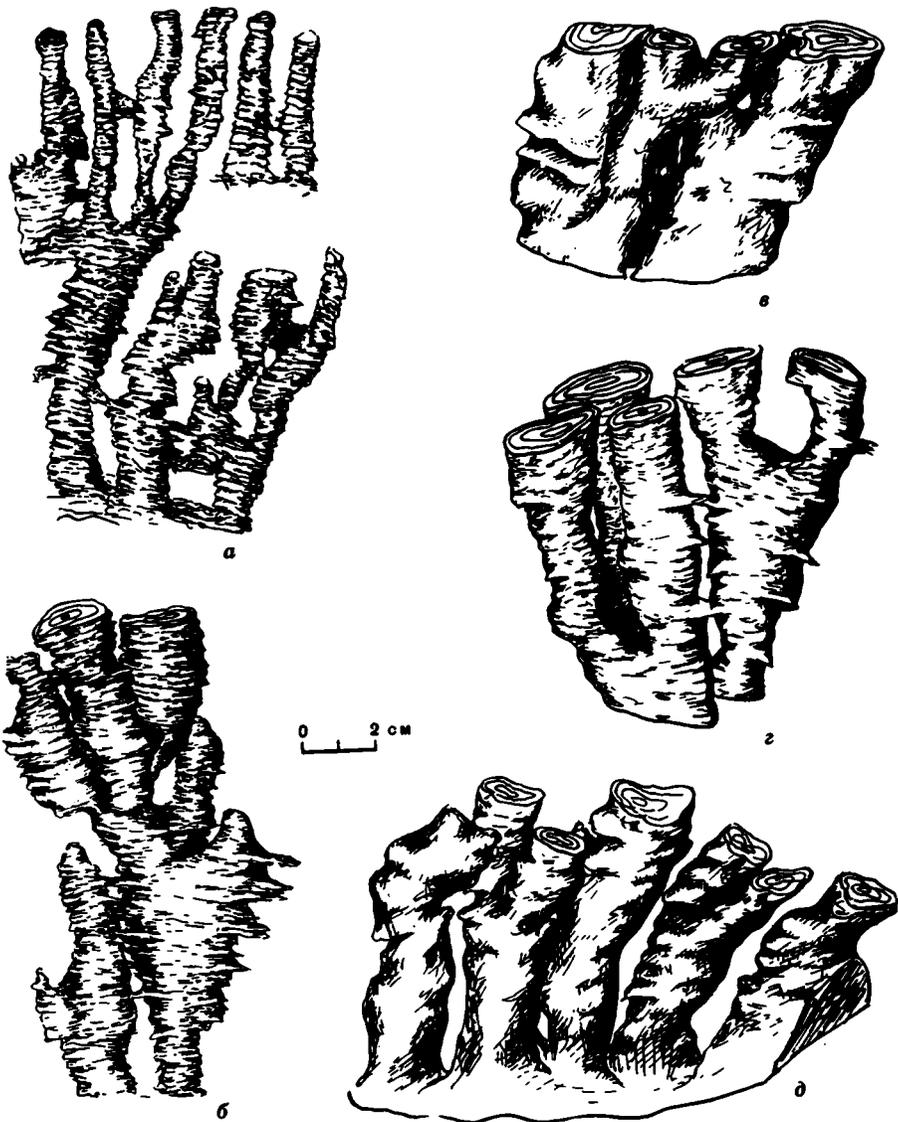


Рис.62. Форма столбиков нижнекембрийских строматолитов

а,б - *Parmites victoris* Sid.: а - пестроцветная свита, р.Лена, пос.Нохтуйск; б - юдейская свита, р.Олекма. в-д - *Tunicata noctuica* Sid. - пестроцветная свита; р.Лена, пос.Нохтуйск

постройки из основания, кровли, центральной и краевой частей биогерма попадают в пределы одного штуфа и создают видимость нечеткости, морфологической "неопределенности" у нижнепалеозойских столбчатых строматолитов.

Можно говорить, наконец, и о преобладании в кембрии форм с комковатой, сгустковой и губчатой структурами. Появляются они, как уже отмечалось, еще в довольно низких горизонтах рифея, но в кембрии встречаются повсеместно. Типизация и детальная классификация строматолитовых структур - дело будущего. Тогда же можно, очевидно, будет говорить и о рубежах, на которых происходит смена этих типов. Но уже и сейчас видно, что массовое

появление "спонгиозстромидных" (Gürich, 1906) текстур и структур происходит где-то вблизи нижней границы палеозоя.

Из нижнекембрийских отложений хр. Малый Каратау были описаны мелкие столбчатые ветвистые постройки *Vetella ushbasica* Kryl., имеющие мелкобугристую поверхность столбиков, многослойную стенку и четкую слоистость (Крылов, 1967, стр. 58–60). Сходные постройки, по устному сообщению В.Ю.Шевфиля, были встречены и в нижнекембрийских отложениях севера Сибирской платформы. По сообщению проф. С.Омара (Египет), подобные строматолиты были обнаружены и в основании осадочного чехла палеозойских отложений Синайского полуострова.

Данные о средне- и верхнекембрийских строматолитах практически отсутствуют. Судя по имеющимся кратким сообщениям, достаточно крупные и полно развитые биогермы со столбчатыми строматолитами в верхнекембрийских отложениях встречены в США, в штате Теннесси (Harris, 1966). На приведенных в этой статье фотографиях штуфов можно видеть отчетливые столбчато-пластовых строматолитов (SH→LLH→SH) и слои пластовых построек (LLH), но этих данных слишком мало, чтобы дать хоть какую-нибудь характеристику этих форм. Упоминаются строматолиты и из верхнекембрийских отложений штатов Миссури (Howe, 1966) и Юта (Hose, 1961).

В ордовикских отложениях Сибирской платформы строматолиты встречены во многих местах. Наиболее широко известны строматолиты устькутской свиты верхнего течения р. Лены, подробно описанные В.П.Масловым (1960) и И.К.Королюк (1962). В.П.Маслов на основании детальных пятилетних исследований и сборов строматолитов из устькутской свиты бассейнов Ангары и верхнего течения р. Лены описал 38 форм, основная часть которых происходила из обнажений по рекам Ангаре, Черной и Витиму. Приводить этот список вряд ли целесообразно, поскольку В.П.Маслов пользовался сложными "многоступенчатыми" названиями и их перечисление заняло бы много места и мало что дало бы читателю в отрыве от описаний и изображений. Следует отметить, что формы, описанные В.П.Масловым, не исчерпывают всего разнообразия ордовикских форм юго-западной окраины Сибирской платформы.

Достаточно крупные и полно развитые биогермы были описаны из ордовикских отложений района г. Киренска И.К.Королюк (1962, стр. 92–97; Королюк, 1968, стр. 68–69). Проведенное нами летом 1968 г. изучение этих разрезов полностью подтвердило основные выводы, сделанные И.К.Королюк, и позволило проиллюстрировать их большим количеством зарисовок.

Строматолитовые биогермы ордовика обнажаются в береговых обрывах р. Лены против г. Киренска и на левом берегу р. Лены у бывшей дер. Старые Дворы (в работе И.К.Королюк она названа Старые Узоры). Лучшим является второе обнажение – биогермы здесь более крупны и разнообразны по строению (рис. 63–66).

Размеры их меняются от нескольких десятков сантиметров (см. рис. 63, в; рис. 64, е) до нескольких метров в поперечнике (см. рис. 63, а, б, г), высота превышает 1,5–2 м. Во многих случаях биогермы являются сложными и состоят из нескольких зон, сложенных постройками с различной морфологией и разной структурой.

Рост биогермов начинается с облекания слоями выступа на дне (гнездо оолитовых доломитов, гальки и т.п. – см. рис. 63, ж, 64, е; рис. 65, в и др.). Обычно в основании биогерма располагается нечто вроде "ядра", представляющего собой желваковую постройку из группы *Colleniella* Korol. или пластовый строматолит (см. рис. 63, ж; рис. 66, а–г и др.). Некоторые из этих желваковых построек определены как *Colleniella uzorica* Kryl. Выше следуют зоны, сложенные преимущественно столбчато-пластовыми постройками, которые ориентированы в общем веерообразно. В краевых частях биогермов столбики могут быть расположены горизонтально (см. рис. 63, ж; рис. 65, б; рис. 66, г). И.К.Королюк отмечает даже столбики, которые росли в сторону морского дна.

Это произошло, очевидно, благодаря их высокому положению над окружающим осадком. Заметим, кстати, что подобные случаи имеются и у более древних рифейских строматолитов. Несмотря на то что в обнажениях и зарисовках столбики обычно выглядят достаточно обособленными, в действительности они соединяются множеством слоев-мостиков, неоднократно срастаются и распадаются на новые обособленные столбики. Среди этих построек описана новая форма *Collumnaefacta ilica* Kryl. Кроме того, в отдельных корках биогермов встречаются и очень мелкие столбчатые постройки. Желваковое "ядро" наблюдается не у всех построек, и иногда рост биогерма начинается со столбчато-пластовых образований (см. рис. 63, в; рис. 64, б, е; рис. 65, а, б; рис. 66, д). Описания морфологии и структуры ордовикских строматолитов даются в приложении.

Биогермы разделены глинистым известняком, оолитовыми (онколитовыми?) породами, реже карбонатным песчаником, иногда косослоистым. Как правило, в изобилии встречаются поверхности растворения, и стилолитовые, и конформные. Размер растворенных участков колебался от долей миллиметров до десятков сантиметров. На рис. 65, б виден участок обнажения, где неравномерное растворение превратило единый строматолитовый пласт в подобие брекчии.

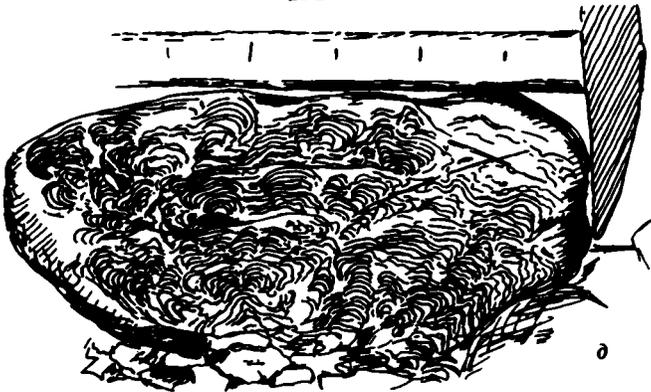
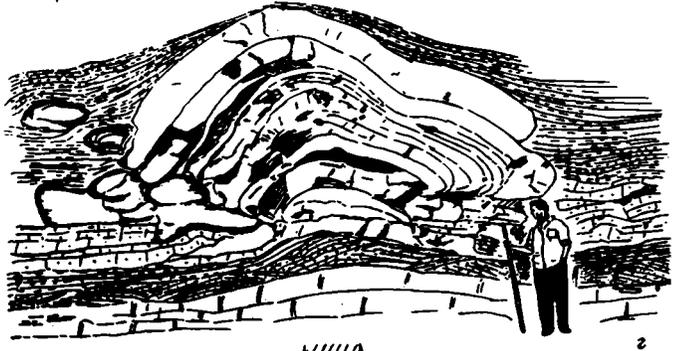
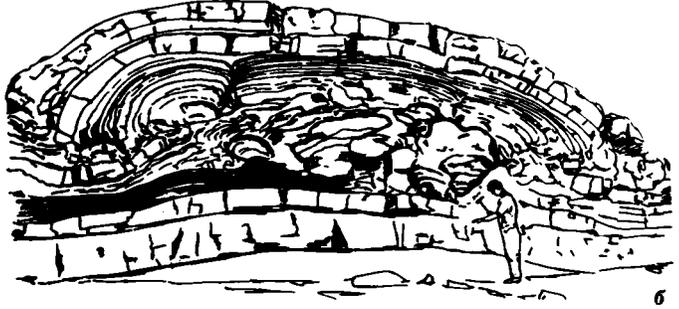
Строматолитовые биогермы этих же типов прослеживаются в нижнеордовикских отложениях бассейна р. Лены на восток по крайней мере до пос. Кочегаровка. У пос. Инных был встречен биогерм, содержащий довольно крупные столбчатые ветвистые постройки, описываемые в приложении как строматолиты группы *Collumnacollenia* Korol.

Забегая вперед, замечу, что это — последнее объемное изображение столбчато-ветвистой строматолитовой постройки, которое мне удалось сделать, прослеживая эти образования снизу вверх по геологической колонке. Обособленные столбики можно видеть и в девонских, и в каменноугольных строматолитовых биогермах. Но ни в этих, ни в более молодых отложениях мне ни разу больше не встретился хотя бы один образец, содержащий четкий ветвистый строматолит, морфологию которого можно было бы восстановить с помощью графического препарирования и хоть как-то сравнить с рифейскими. И дело тут не в размерах биогермов: гимносоленовые биогермы о-ва Кильдин могут быть значительно меньше ордовикских биогермов района Киренска. Очевидно, прав В.П.Маслов (1960, стр. 156), говоривший о конце "царства" столбчатых коллений в кембрии.

В силурийских отложениях Советского Союза строматолиты упоминаются (Корде, 1965) в пландоверийских слоях бассейна р. Колумбе (северная часть западного обрамления Сибирской платформы), в венлокских отложениях на Русской платформе (Подольская возвышенность, Большеземельская тундра), на северо-западе Сибирской платформы и в Туве, в лудловских толщах Большеземельской тундры и Тянь-Шаня. Но подробно описаны в литературе только строматолиты венлокско-лудловских отложений поднятия Чернова (Большеземельская тундра).

По данным Г.А.Чернова (1966), строматолиты встречаются в 13 слоях в венлокских отложениях этого района и в 19 слоях — в лудловских. Это отдельные не крупные желваки, небольшие биогермы (максимальный размер до 0,5 м) и пласты толщиной до 30 см (обычно меньше). Внутри пластов и биогермов иногда намечаются столбики высотой в несколько сантиметров (до 10 см) с нечетким боковым ограничением. Ветвления столбиков не наблюдалось. Строматолиты имеют сетчатую, мелкокомковатую, густокую, губчатую и зернистую структуру слоев. Г.А.Чернов при определении этих строматолитов пользуется классификацией В.П.Маслова (1960) и применяет латинские "многоярусные" названия, состоящие из 3-4 слов.

В зарубежной литературе за два последних десятилетия мне известны только два упоминания о строматолитах в силурийских толщах Северной Америки (Textoris, 1966; Textoris, Carozzi, 1966). В обоих случаях речь идет о небольших по мощности прослоях, образованных куполоподобно изогнутыми строматолитовыми корками.



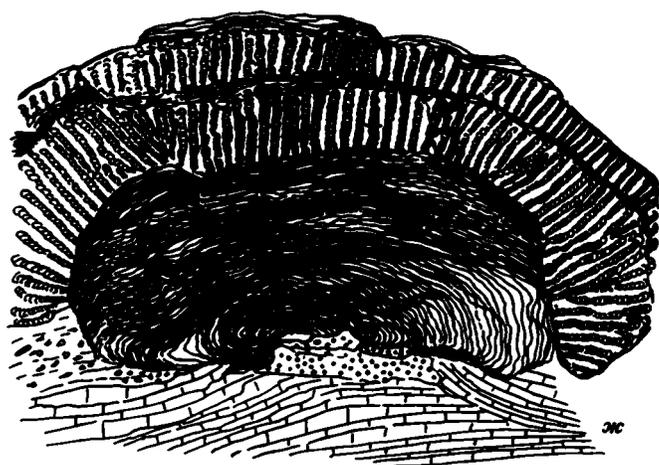


Рис.63. Строматолитовые биогермы нижнего ордовика
а-э - устькутская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы

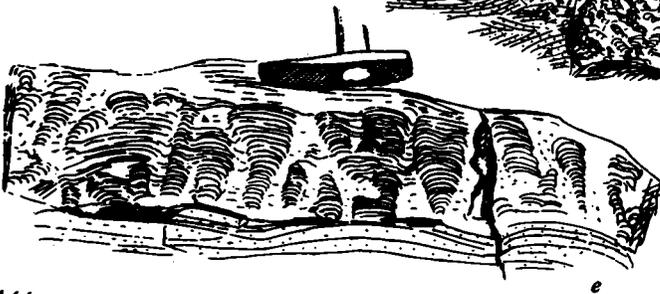
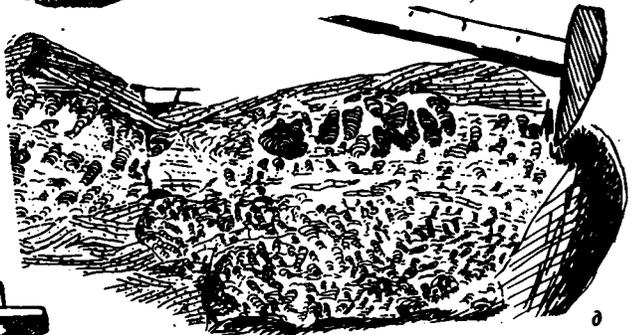
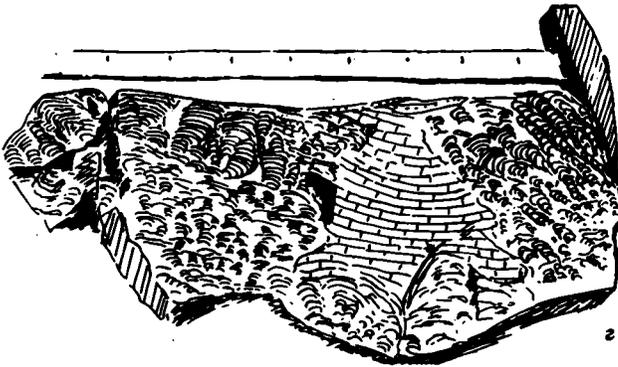
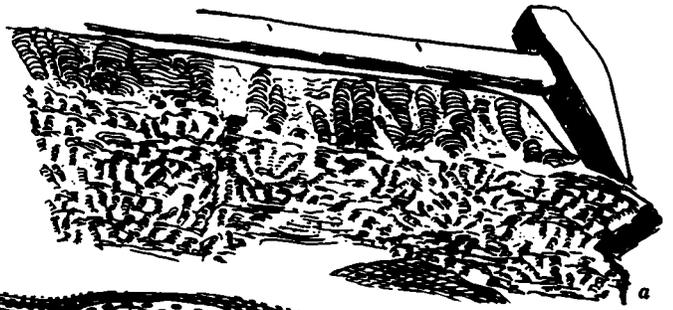


рис.64. Строматолитовые постройки нижнего ордовика
а-е - устькютская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы



Рис.65. Строматолитовые постройки нижнего ордовика
а-в - устькютская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы

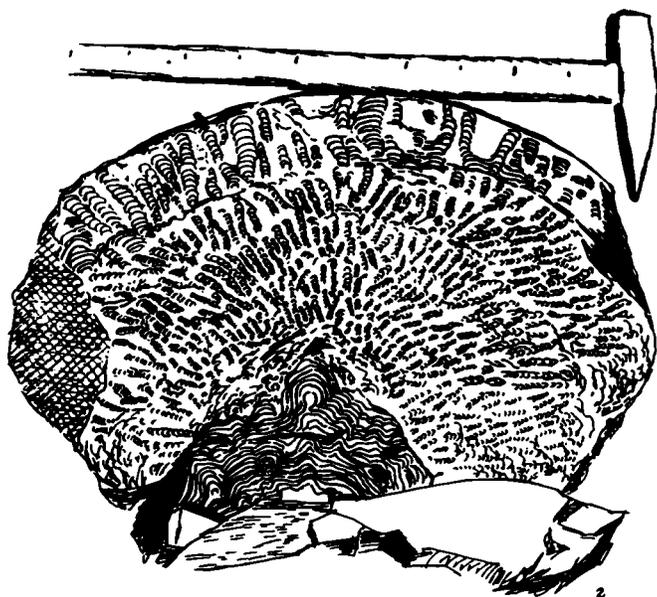
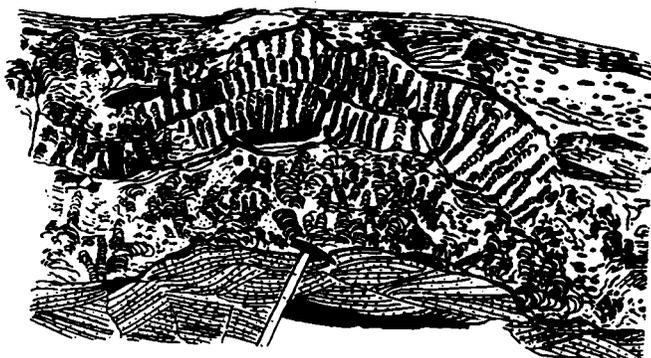
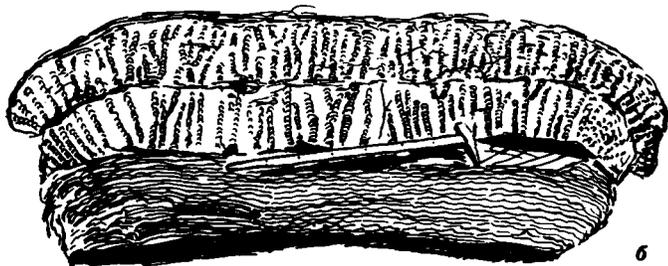


Рис.66. Строматолитовые постройки нижнего ордовика

В девонских отложениях наиболее известны строматолиты из данково-лебедянских слоев Центрального девонского поля, изученные В.Г.Махлаевым (1954, 1958, 1966 и др.).

Общее количество горизонтов со строматолитами в данково-лебедянских слоях достигает 36 (Махлаев, 1966, стр. 165). На рис. 5 в этой статье изображена 21 разновидность типов строматолитов. Подавляющее большинство их относится к пластовым и желваковым, встречаются и столбчатые постройки. Особенно интересен тип постройки, обозначенный буквой "с" - разветвляющиеся столбики. К сожалению, слишком схематическое их изображение и отсутствие масштаба не позволяет составить об этих постройках какое-либо более определенное впечатление.

В.Г.Махлаев (1966, стр. 168, 169) отмечает некоторые особенности строматолитов, указывающие на условия их образования. Мелководность данково-лебедянского бассейна находила отражение в трещинах усыхания, наблюдавшихся на поверхности строматолитовых желваков, и в наличии линз и



а-д - устькутская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы

прослоев оолитовых и песчаных пород внутри строматолитов. Отмечаются и мелкие желваки, сорванные волнами и захороненные в опрокинутом положении.

Размеры желваков колеблются от 1-2 см до 1 м и более; упоминается биогерм с р. Непрядвы, имеющий 5 м в длину, 3 м в ширину и 2 м в высоту. Сближенные желваки слагают биостромы, протягивающиеся на значительные расстояния, а нарастая один над другим, желваки образуют биогермы сложного строения. Микроструктура строматолитов преимущественно сгустковая, реже губчатая, со светлыми канальцами, которые могут быть следами нитей водорослей. На рис. 67,а приведена зарисовка штуфа одного из данково-лебедянских строматолитов из коллекции С.Н.Серебрякова. Это столбчато-пластовый строматолит со слоистой текстурой и зернистой структурой слоев. Межстолбиковые промежутки заполнены мелкими обломками карбонатных пород, раковин, онколитами (?) и песчаными зёрнами. Раковинки и онколиты встречаются и внутри строматолитовых столбиков (табл. IX, 2).

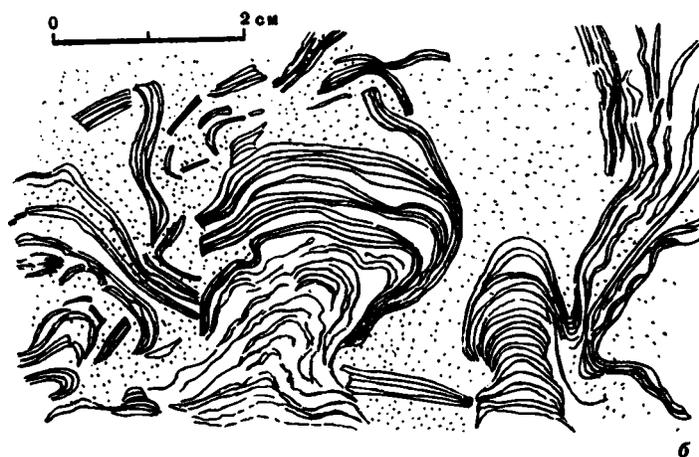
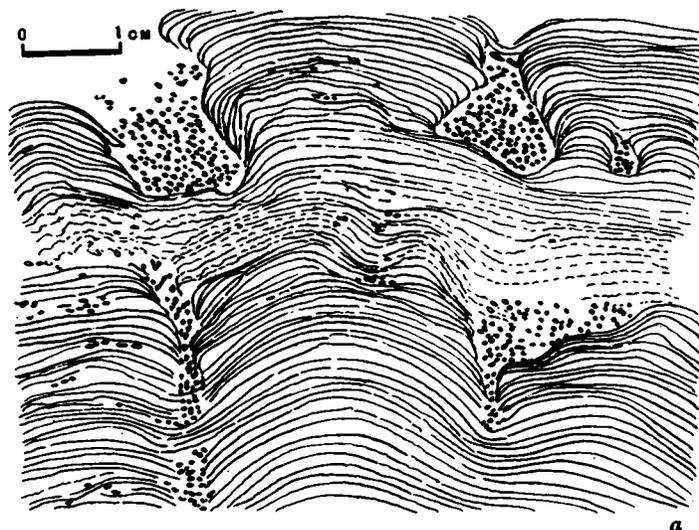


Рис.67. Столбчато-пластовые и столбчатые (?) строматолиты из девонских отложений Русской платформы

а - обр. 11-49-А; данково-лебедянские слои (коллекция С.Н.Серебрякова).
 б - обр.3872/4; эйфельские отложения; БССР, скважина Вильчицы (коллекция И.А.Кожемякиной)

Подробно описывая морфологию и текстуру этих строматолитов, В.Г.Махлаев не дает им родовых и видовых наименований, отметив только (Махлаев, 1966, стр. 166), что основная их часть относится к типу *Collenia* (морфологические группы *Collenia undosa*, *C. columnaris* и *C. flabelliformis* по классификации В.П.Маслова, 1960) и *Conocollenia*. И форма желваков, и текстура строматолитов, подчеркивает В.Г.Махлаев, "отчасти определяются внешними воздействиями - накоплением осадка на их поверхности и между желваками, взаимодействием последних между собой в процессе роста, отчасти - характером нарастания водорослей, образующих строматолит, связанным с их видовыми особенностями. В частности, никакими воздействиями среды нельзя объяснить появление мелкостолбчатой текстуры *Collenia columnaris*, свойст-

венной биострому, прослеженному в основании киселево-никольской толщи в районе г. Орла на протяжении около 25 км" (Махлаев, 1966, стр. 168).

К этим данным о девонских строматолитах можно добавить краткое описание строматолитов, встреченных в керне скважин в эйфельских отложениях Белоруссии (Кожемякина, 1969). Фрагментарный материал (керна диаметром до 10 см и высотой до 15 см) не позволяет судить о строении биогермов (и даже об их наличии), но в целом имеются основания для вывода о сходстве этих построек с данково-лебедянскими и по морфологии, и по текстурно-структурным особенностям.

Здесь встречаются желваковые, пластовые и столбчато-пластовые постройки. Особенно интересны столбчато-пластовые постройки двух типов.

1. Постройки, сложенные относительно ровными срастающимися субцилиндрическими столбиками высотой (в пределах образца) до 10 см и шириной до 5 см. На отдельных участках колонки часто обособляются друг от друга и местами имеют стенку, однако общие слои и срастание столбиков видно во всех образцах. В шлифе с наилучшей сохранностью структуры (обр. 3872/18; табл. IX, 3,4) видно, что слои сложены известняком губчатого строения. Видны тонкие светлые каналы, разделенные более темным зернистым карбонатом. Эти постройки описаны в приложении как *Columnnaefacta devonica* Kryl. Они встречены на Червенской площади (скв. 123, глубина 129-132 м; скв. 113, глубина 166-169 м; скв. 147, глубина 168-173 м; скв. 110, глубина 160-165 м) и в скв. Вильчицы, на глубине 310-315 м.

2. Мелкие столбики нечетких очертаний, срастающиеся и разветвляющиеся, высотой до 3-4 см и шириной до 1 см с нечеткой слоистостью. Чередуются слои, сложенные относительно плотным зернистым карбонатом, со слоями, имеющими сгустковую структуру.

Зональная слоистость наблюдается и у мелких столбчатых (?) или желваковых построек, встречающихся в тех же слоях (см. рис. 67,6; табл. IX, 4). Недостаточное количество материала не позволяет сделать их более подробное описание.

В работах В.Г.Махлаева приводятся интересные данные о положении строматолитов в разрезах и о их связи с фацциями. Площадь распространения строматолитовых построек в данково-лебедянских отложениях была значительной: некоторые горизонты прослеживаются на 250 км от западных притоков р. Оки до р. Воронеж, но большинство имеет более локальное распространение.

Отмечается определенная связь водорослево-строматолитовых и онколитовых пород с циклическостью низших порядков. Во всех случаях строматолиты приурочены к наиболее мелководным частям разреза. Соленость этих бассейнов не была нормальной: в одних случаях она была явно повышенной, в других - пониженной.

Строматолиты не встречаются совместно со стеногалинными организмами, в частности со строматопорами. Напомним, что совместное присутствие водорослево-строматопоровых построек отмечается Р.Ф.Геккером (1935а, стр. 162-165; 1935б, стр. 51-52, и др.) как одна из характерных особенностей верхнедевонского моря в периоды его наибольшего территориального распространения. Но там речь шла не о строматолитах, а о "настоящих" известковых водорослях *Girvanella*.

Можно высказать сожаление, что значительная часть материалов по строматолитам из данково-лебедянских слоев, собранных В.Г.Махлаевым и приведенных в приложении к его докторской диссертации, до сих пор так и не опубликована. Широкое развитие строматолитов в пределах Центрального девонского поля в сочетании с детальной изученностью стратиграфии, литологии и палеогеографии этих толщ могли бы сделать эти данные по строматолитам таким же классическим примером, каким сейчас являются данные по палеоэкологии различных групп и сообществ организмов Главного девонского поля, приведенные в упоминавшихся трудах Р.Ф.Геккера.

Зарубежные строматолиты девона изучены значительно хуже. Из работ последних лет можно отметить статью Фаннина (Fannin, 1969), в которой приводится изображение некрупных желваковых и столбчато-пластовых построек из карбонатных прослоев в "древнем красном песчанике" графства Оркни (Великобритания) и небольшую статью Плейфорда и Кокбейна (Playford, Cockbain, 1969), в которой изображены мелкие столбчатые строматолиты из средне- или верхнедевонских рифовых отложений Западной Австралии. Эта заметка интересна тем, что описанные этими исследователями строматолиты росли на склоне рифа на глубине до 45-50 м, причем наклон субстрата достигал 40-45°.

Гораздо меньше известны каменноугольные строматолиты. До самого последнего времени имелись буквально единичные упоминания о находках строматолитовых желвачков или корочек в отложениях карбона на территории СССР. В сводке В.П.Маслова (1960, стр. 183) имеются только две ссылки на такие работы, но в них речь идет скорее об онколитах, чем о строматолитах.

Поэтому особый интерес представляет находка достаточно крупных и четких строматолитовых биогермов, сделанная в последние годы Э.С.Кичманом в верхнетурнейских отложениях отрогов хр. Каратау у пос. Кантемировка (район ст. Бурное между г. Джамбулом и г. Чимкентом).

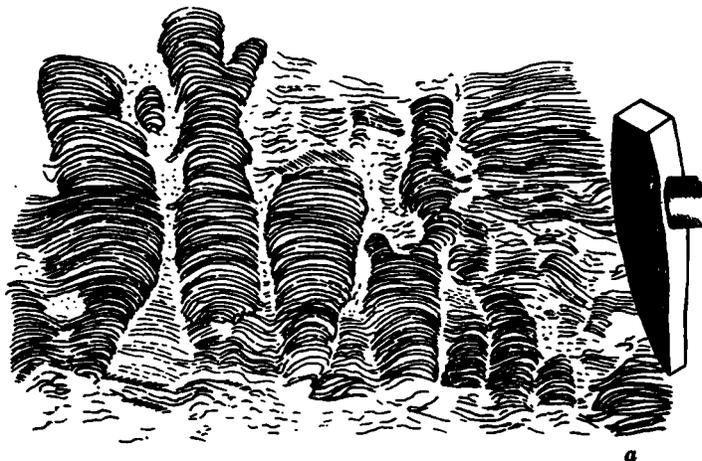
К сожалению, в моем распоряжении пока имеется только несколько фотографий обнажений и некрупные образцы, по которым трудно дать сколько-нибудь подробную характеристику этих построек. Биогермы, приуроченные к песчанистым верхнетурнейским известнякам, имеют несколько десятков сантиметров в поперечнике и высоту до 20-30 см (рис. 68). Они сложены столбчато-пластовыми строматолитами. Столбики имеют ширину до 4-5 см; боковое ограничение их очень нечеткое, с большим количеством козырьков и мостиков. В основании, кровле и краевых частях биогерма столбики переходят в пластовые корки.

Слоистость довольно отчетливо видна в образцах. Она обусловлена чередованием слоев с мелкокомковатой и мелкосгустковой структурой с более крупнокомковатой (табл. XI, 1, 2). Перекристаллизация делает очертания сгустков менее отчетливыми до полного исчезновения их контуров в общей кристаллическизернистой массе. Однако слои с более мелкими комками выглядят более темными и в перекристаллизованных строматолитах. В приложении эти постройки описаны как *Collumnaefacta erica*, f.n.

Упоминания о строматолитах из каменноугольных отложений зарубежных стран довольно многочисленны. В.П.Маслов (1960, стр. 183) приводит 23 названия таких работ, не меньше десятка их появилось и в последующее десятилетие. Однако в подавляющем большинстве случаев речь идет о мелких желвачках-онколитах, реже - о тоненьких (до 1-2 см) корочках неясной природы.

Наиболее четкие строматолитовые постройки известны в нижнекаменноугольных (визейских) отложениях Бельгии. Именно на примере этих строматолитов Гюрих (Gülich, 1906, 1907) выделил спонгиостромиды как особую группу колониальных организмов, строивших карбонатные корки. Морфологическое разнообразие этих построек невелико - отмечаются корки и обособленные желваки высотой до 10 см с нечеткой слоистой и комковатой текстурой. Относительная выдержанность формы и размеров этих построек позволили Гюриху сделать вывод об их органогенной природе. Выделив семейство Spongiostromidae и отнеся его к Protozoa, Гюрих описал в нем пять "порядков", основываясь на деталях структуры. Критериями для разделения этих довольно однотипных комковатых структур служили: 1) наличие горизонтальной и вертикальной ориентировки в расположении комков и сгустков; 2) относительные размеры этих комков и 3) их распределение в слоях - равномерное или чередование прослоев с более плотной или более рыхлой текстурой.

Сейчас нельзя принять ни терминологию, которой пользовался Гюрих, ни трактовку этих остатков как простейших одноклеточных. Но сам подход к класси-



а



б

Рис.68. Столбчато-пластовые строматолиты *Collumnaefacta erica* Kryl.

а-б - верхнетурнейские отложения; Казахстан, хр.Каратау, район пос.Кантемировка (материалы Э.С.Кичмана)

фицированию внешне однообразных комковатых структур заслуживает внимания при будущей разработке классификаций микроструктур. И недаром В.П.Маслов всегда отзывался о работах Гюриха с большим уважением.

Работы Гюриха хорошо дополняются электронно-микроскопическими исследованиями, проведенными Грегуаром и Монти (Gregoire, Monty, 1963) показавшими, как выглядят "каналы" и "трубочки", наблюдаемые в оптическом микроскопе с увеличением до 350 раз, при увеличениях от 9000 до 45 000 раз. По мнению этих исследователей, подтверждаемому великолепными фотографиями, никаких "трубочек" и "нитей" не существует. Это результат оптических явлений, возникающих при прохождении света через относительно толстый (для таких увеличений) шлиф. В действительности порода на 80% сложена зернами кальцита размером от 0,4 до 1,2 мк (преобладают зерна диаметром 0,65-0,95 мк). Видимая неоднородность структуры обусловлена неравномерным распределением более крупных кристаллов (0,5-2 мк) в мелкозернистой основной массе породы, причем эта неоднородность является конечным итогом перераспределения вещества в строматолитовой породе под воздействием множества факторов в процессе осадкообразования, диагенеза, перекристаллизации.

Пессимистический взгляд на возможности находок органогенных структур в строматолитах К. Монти сохранил и после изучения современных строматолитов Багамских островов. Признавая активное участие водорослей в осаждении карбоната при образовании некоторых типов супралиторальных построек, Монти считает, что структуры, непосредственно отражающие морфологию водорослей, в строматолитах практически не сохраняются.

Совсем иной облик имеют строматолиты из пенсильванских отложений Центрального Колорадо (США), описанные Джонсоном (Johnson, 1940). Это преимущественно желваковые постройки, не превышающие 25 см в диаметре и 15 см в высоту (*Gouldina magna* Johns.), обычно более мелкие. Рост начинается с желвака-онколита или плоской корочки (табл. XI), которые образуют выпуклыми слоями. В нижней части построек слои имеют гладкую поверхность, выше становятся волнистыми и распадаются на маленькие обособленные столбики высотой в 1-2 см и толщиной всего до 3-4 мм. Эта особенность проявляется у всех выделяемых Джонсоном групп (*Shermanophycus*, *Gouldina*, *Leptophycus*), но лучше всего выражена у построек группы ("рода") *Stylophycus*. Слои, слагающие центральный желвак и столбики-отростки, очень тонкие (30-40 слоев в 1 см). Отсутствие микрофотографий не позволяет судить о текстурных и структурных особенностях этих построек, но в описании (Johnson, 1940, стр. 586) отмечается губчатое строение слоев, отсутствие клеточных водорослевых структур (это связывается с перекристаллизацией) и наличие более однородных слоев, сложенных плотным карбонатом.

Джонсон не употребляет слова "строматолит", но вряд ли можно сомневаться, что мы имеем дело именно с этими остатками, тем более что мелкие желвачки, не распадающиеся на столбики, Джонсон относит к группе *Cryptozoon*. Строматолиты нарастают на галечках, на бугорках морского дна, раковинках брахиопод и даже на стволах деревьев (*Calamites*), заключенных в этих осадках. Корки последнего типа выделяются в род *Calyptophycus* Johns.

Отмечается, что эти постройки росли в мелководных условиях, более компактные желваки - в местах с большой активностью волн, ветвистые и рыхлые постройки - в относительно тихих участках. В большинстве случаев строматолитам сопутствуют оолиты и онколиты. Отмечая общие черты сходства у построек, относимых к разным "родам", Джонсон (стр. 592) делает вывод, что вероятнее всего они образованы единым сообществом водорослей, но местные экологические особенности приводили к отличиям в составе водорослевых колоний, а это в свою очередь находило выражение в отличающейся морфологии построек. Данных о солености бассейна и о характере фауны, сопутствовавшей строматолитам, не приводится.

Пермские строматолиты в пределах нашей страны известны пока только в Актыбинском и Оренбургском Приуралье и в Казахстане. В.П. Маслов (1936) описал из уфимских отложений с р. Дубовки желвак диаметром 12-15 см и высотой 10-12 см, состоящий из нечетких столбиков и бугорков, связанных множеством соединительных слоев, назвав его *Collenia uralica* Masl.

Г.И. Александрова (1964) описывает пластовые строматолиты типа *Stratiferia* Korol. толщиной 5-20 см из нижнетатарских отложений бассейна р. Кызыл-Сай в районе Петропавловской складки и каравай-биогермы размером от 5-8 мм до 40-50 см из верхнетатарских отложений бассейнов рек Табантал, Исет, Жаман-Карагала, Жаксы-Карагала и в районе Жиянской структуры. Эти желваки заключены в косослоистых песчаниках, очевидно, речного происхождения. Желваки имеют гладкую или бугристую верхнюю поверхность и сложены выпуклыми слоями, имеющими зернистую или сгустковую структуру. Реже встречаются трубчатые столбовидные желваки диаметром от 0,5 до 2-3 см и длиной от 5 см до нескольких метров. Внутренняя полость трубы заполнена терригенным материалом или кристаллическим зернистым кальцитом, оболочка сложена пелитоморфным карбонатом. Эти образования сравниваются с *Tubistroma* Masl.

Все типы построек встречаются в одном обнажении и в одном слое. И в караваях, и в трубчатых постройках отчетливо видны остатки трубчатых ископаемых водорослей типа *Girvanella* и *Ortonella*, *Solenopora russensis* Masl. и др. Эти находки позволяют еще раз вернуться к самым общим определениям строматолита, приведенным на первых страницах предлагаемой работы: насколько правомочно относить к строматолитам гирванеллиевые, ортонеллиевые и соленопоровые желваки? Мне кажется, что называть их строматолитами не следует.

Эти же замечания относятся и к работам Г.В.Сонина, описавшего кроме тех же форм, которые отмечены Г.И.Александровой, также купола и биогермы в артинских отложениях на горе Жиль-Тау (Сонин, 1964, стр. 111) и в кунгурских отложениях Сынтасской складки на р. Киялы-Бурти (Сонин, 1965). Это желваковые, столбчато-пластовые и пластовые постройки высотой до 15-20 см. По сообщению Г.В.Сонина (доклад в Геологическом институте в декабре 1969 г.), эти постройки содержат многочисленные остатки трубчатых карбонатных водорослей, а иногда нацело сложены этими водорослями. Совершенно необычна для строматолитов палеозоя (и типична для водорослевых построек) и экология этих образований. Г.В.Сонин (1965, стр. 29) отмечает, что эти постройки ассоциируют с фауной брахиопод, пелеципод и фораминифер, что говорит о нормальных морских условиях их образования.

Наиболее интересные данные приведены в статье И.К.Королюк и А.Д.Сидорова (1973) о нижнепермских строматолитах биогермного массива Шах-Тау (Башкирия). Внутри биогермных и детритовых пород, слагающих массив, встречаются пластовые и столбчато-пластовые строматолиты *Stratifera uralica* Sid., *S. punctata* Kor. и *Collumnaefacta schichanica* Sid. Две первые формы представляют собой волнистослоистые корки толщиной до 0,3 м, сложенные нечеткими слоями толщиной от 0,02 до 1-3-5 мм. Основой формы *Stratifera uralica* Sid. являются довольно толстые (от 0,25 до 5,0 мм) слои с губчатой структурой, разделенные невыдержанными темными прослоями. *S. punctata* Kor. сложена сгустковыми слоями толщиной 1-3 мм, которые разделены афанитовыми прослоями толщиной в доли миллиметра. *Collumnaefacta schichanica* Sid. сложена мелкими прямыми столбиками высотой до 10 см, разветвляющимися и сростающимися, особенно в основании и в кровле слоя. Отмечается наличие зональности в окраске слоев. Слоистость очень тонкая (0,02-0,06 мм). Чередуются слои темного и светлого тонкозернистого карбоната.

Строматолиты появляются в биогермном массиве в периоды, когда временно прекращался рост построек животных-рифостроителей, причем появлению строматолитов обычно предшествовали перерывы в осадконакоплении. Строматолиты часто сочетаются с постройками нитчатых водорослей *Girvanella*, которые образуют скопления по краям строматолитовых построек, иногда встречаются и внутри строматолитовых слоев. Иногда скопления гирванелл служат основанием для строматолитов.

В Казахстане строматолиты были обнаружены в 1967-1970 гг. сотрудниками Казахстанской экспедиции МГУ В.Н.Свальновым, Т.Н.Голубовской и В.А.Голубовским в нижнепермской кайрактинской свите центральной и южной частей Тенизской впадины и в Джезказганской впадине в нижней части кингирской свиты, которая относится к нижней и верхней перми. По сообщению этих исследователей, строматолиты слагают тела неправильной формы, имеющие в поперечнике от 0,1 до 1,5 м при толщине до 0,5 м. Они сложены светло-серым пелитоморфным известняком и имеют характерную скорлуповатую текстуру.

В образцах, с которыми я имел возможность ознакомиться, были видны отчетливые желваковые и пластовые постройки. Желваки имеют довольно правильную куполоподобную форму, диаметр их достигает 10 см, высота 5-7 см. В другом случае отчетливо видно соединение двух таких бугров. Слоистость довольно отчетливая: чередуются более светлые прослои толщиной

0,2–0,6 мм и более тонкие темные прослои толщиной 0,1–0,2 мм. Границы между ними нерезкие. Светлые слои сложены тонкозернистым карбонатом, иногда наблюдается тонкая сетчатая текстура. Нет сомнения, что это настоящие строматолиты, но сказать что-либо большее, провести какие-то сравнения просто невозможно – слишком беден материал.

Эти постройки встречены в нескольких (до пяти) сближенных стратиграфических горизонтах и могут быть использованы как местный опорный репер при корреляции разрезов.

МЕЗОЗОИ И КАЙНОЗОИ

В триасовых отложениях СССР строматолиты пока неизвестны. Скудны данные и о зарубежных находках. В последние годы триасовые строматолиты дважды отмечались в Италии – в Доломитовых Альпах (Rossi, 1967) и на о-ве Занноне в Тирренском море у южного побережья Италии (Segre, 1968). В обоих случаях речь идет о не крупных онколитах и совсем тоненьких (до 1–2 см) слоистых корочках неясной природы.

Наиболее подробно описаны строматолиты из нижнего триаса Центральной Европы (Kalkowsky, 1908; Dom, 1953). Это желваки и биогермы диаметром от нескольких сантиметров до 2–3 м и высотой до 1 м. В вертикальных сечениях этих биогермов обычно видна нечеткая скорлуповатая слоистость, а в отдельных слоях намечается разделение на столбики с нерезкими очертаниями. Одни столбики (табл. XIII) имеют вид сближенных вертикальных колонок толщиной до 1–2 см, другие (табл. XIV) образуют кустистые постройки, сложенные часто разветвляющимися мелкими колонками, имеющими диаметр всего в несколько миллиметров. О структуре этих построек, к сожалению, ничего не известно. Именно эти образования и были впервые названы Кальковским в 1908 г. строматолитами, причем он связывал их образование с растениями типа мхов и миксомицетов. Вмещающие породы представлены преимущественно оолитовыми (онколитовыми?) песчанистыми известняками. Эти породы являются прослоями в пестроцветной терригенной толще (Buntsandstein), которая считается в геологической литературе классическим примером отложений жаркого и сухого климата.

В отложениях юрского периода наиболее известны строматолиты из Татр, описанные геологами на территории Польши и Венгрии (Radwansky, Szulczewsky, 1965, 1966; Szulczewsky, 1963, 1966, 1968; и др.). Кроме очень подробных описаний, сопровождаемых большим количеством зарисовок и фотографий, я имел возможность посмотреть образцы, приведенные из Польши М.А.Семихатовым и из Венгрии М.В.Михайловой и А.А.Беловым.

Своеобразие строматолитовых построек позволяет проследивать этот горизонт на десятки километров, а наличие аммонитов и других органических остатков – определять его геологический возраст с большой точностью. Во всех случаях строматолиты приурочены к пачке очень мелководных осадков, трансгрессивно лежащих на подстилающие породы; в Татрах и Свентокшиских горах они имеют батский возраст, в районе Кракова приурочены к границе отложений келловея и оксфорда. Такое смещение строматолитового пласта на ярус по стратиграфической колонке на расстоянии менее 100 км по простиранию связывается авторами со скольжением фаций трансгрессивных мелководных карбонатных осадков, которые содержат строматолиты. Шульчевский (Szulczewsky, 1968, стр. 76–77 и 90) приводит данные Розикого о том, что на расстоянии всего 10 км в юрских отложениях Краковско-Ченстоховского района строматолитовый слой может различаться по возрасту на несколько (до трех) аммонитовых зон.

Юрские строматолиты имеют своеобразный облик. Выделяются обособленные постройки – купола, бугры и пласты, нацело сложенные тесно сближенными столбиками нечетких очертаний, срастающимися и снова разделяющимися, с большим количеством общих слоев–мостиков, переходящими в сплошные

пластовые корки. Верхняя поверхность такого пласта может быть гладкой, с отдельными впадинами и желобками, или полигональной. Общая толщина пласта редко превышает 20 см, обычно — меньше. Диаметр отдельных колонок-столбиков не превышает нескольких сантиметров.

Своеобразна и текстура этих строматолитов. Пласты и столбики сложены гетерогенным материалом, в который входит карбонатный микрит, органический и неорганический обломочный материал и окислы железа. Именно окислы железа, окрашенные в красновато-бурый цвет, и создают в основном видимый "рисунок" строматолитовой породы. Чередование обогащенных железом прослоев с менее обогащенными дает горизонтальные слои, а вертикально ориентированные дендриты окислов железа обуславливают характерный вертикальнолучистый облик структуры более светлых слоев. Реже вертикальная "лучистость" слоев подчеркивается прожилками кристаллического кальцита. Авторы считают эту структуру сигнелитичной самим строматолитовым постройкам.

Шульчевский и Радваньский никак не называют эти строматолиты, отметив только сходство полигональных (столбчатых) построек с типом SH в классификации Логана и др. Однако характер сопутствующей строматолитам фауны говорит об их образовании, хотя и в мелководных условиях, но заведомо ниже приливно-отливной зоны (напомним, что Логан и другие исследователи считают постройки типа SH образованиями только приливно-отливной зоны).

Данные о юрских строматолитах из других регионов гораздо менее существенны. В.П.Маслов (1960) говорит о двух местах находок юрских строматолитов на территории СССР. Однако и в Крыму, и на Дальнем Востоке были встречены только желваки, скорее относящиеся к онколитам, чем к строматолитам. В этой же главе В.П.Маслов приводит ссылки на работы о юрских строматолитах Альп и Нормандии. И в этом случае речь идет о желваковых образованиях и корочках неясной природы.

Строматолиты из меловых отложений практически не описывались. Мне известны только упоминания о не крупных желваках и биогермах из верхнего мела Франции (Freynet, Plaziat, 1966) и из нижнемеловых отложений Техаса (Achauer, Johnson, 1969), где строматолиты входят в состав рифовых построек вместе с гидроидными, нарастая на них или выполняя промежуток между ними.

Третичные строматолиты на территории СССР и в других странах известны во многих местах (см. Маслов, 1960, стр. 183; 1962), но наиболее подробные описания можно привести по трем местонахождениям: основание караганского горизонта (миоцен) на Керченском полуострове (Крылов, 1966в), миоцен Рейнского грабена (Reis, 1923) и эоценовая формация Грин-Ривер, США (Bradley, 1923).

Миоценовые строматолиты Керченского полуострова были обнаружены и кратко описаны Н.И.Андрусовым (1960) и А.Д.Архангельским и др. (1930). Они приурочены к границе известковых песчаников чокракского горизонта и песчано-глинисто-известняковых толщ караганского горизонта. Рис. 69-71 характеризуют основные типы караганских строматолитов.

Как уже отмечалось (см. стр. 33 и рис. 8), выделяется три типа построек. В западной части Керченского полуострова развиты не крупные желваки диаметром от нескольких сантиметров (рис. 69, а-в; табл. XIV, 4) до 15-25 см (рис. 69,г; рис. 70,г; табл. XV, 4; и др.). Рост их начинается с непрерывающихся слоистых корок, облегающих бугорок на песчаном субстрате (рис. 69,в,г; рис. 70,а,г; табл. XIV, 4), гальку или крупный онколит (рис. 69,д). Выше в слоях начинают намечаться унаследованные утолщения, а затем и обособляются тоненькие столбики с нечеткими боковыми границами, которые то разветвляются, то снова срастаются в одну общую корку (рис. 69,а,б; рис. 70,г; табл. XVI, 5; и др.). Верхняя поверхность желваков обычно неровная, извилистая, "мозгоподобная". Вмещающая порода — песчанистые известняки.

На северном побережье полуострова, к юго-востоку от мыса Тархан (район урочища Камышлак) и в полосе к югу от этого района развиты линзообраз-

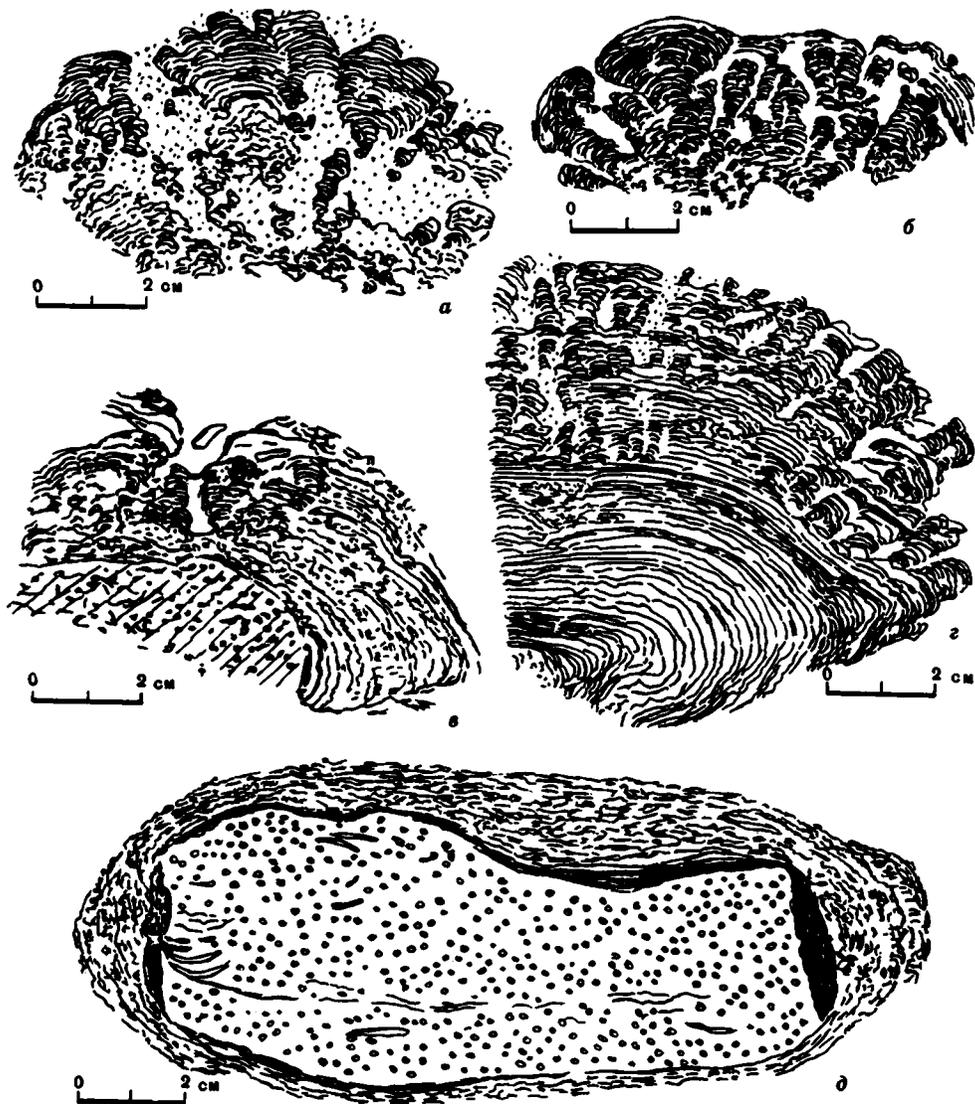


Рис.69. Желваковые постройки миоцена. Рост начинается с корки, сложенной волнистыми слоями, которая выше распадается на мелкие столбики

а-д - караганский горизонт; западная часть Керченского п-ова

ные биостромы высотой до 50–60 см и длиной (в пределах обнажения) до нескольких метров. Они сложены преимущественно вертикально ориентированными столбиками шириной от 1–2 до 5–6 см (рис. 71; табл. XIV, 1; табл. XVI, 1,3), причем внутри широких столбиков намечается нечеткое разделение на более узкие колонки (табл. XVI, 1). Эти узенькие колонки в свою очередь могут разветвляться и срастаться. Но общие пластовые корки только изредка встречаются в кровле биострома (рис. 70,в; табл. XVI, 3). Обычно даже самые маленькие постройки в зоне развития этих биостромов имеют вид обособленных столбиков (рис. 71,б,г).

Между этими двумя меридиональными полосами, к северу и к югу от пос. Марфовка, отчетливо выделяется неширокая (до 3–4 км) полоса развития

относительно крупных полно развитых биогермов высотой до 70–80 см и диаметром до 2–3 м (табл. XV, 1–4). Биогерм состоит из нескольких отчетливых зон. Рост его начинается с пластовой корки, облегающей бугорок на песчаном дне. Выше следуют два–три слоя толщиной по 15–20 см, сложенные столбиками с нечеткими очертаниями, которые разветвляются и снова срастаются. Их размеры, ориентировка и четкость очертаний различны и не выдерживаются ни в пределах слоя, ни в пределах одного столбика (табл. XIV, 6; табл. XVI, 4). К краям биогерма четкость столбиков становится все меньшей и они сменяются сплошной слоистой коркой (табл. XV, 3). В кровле био-

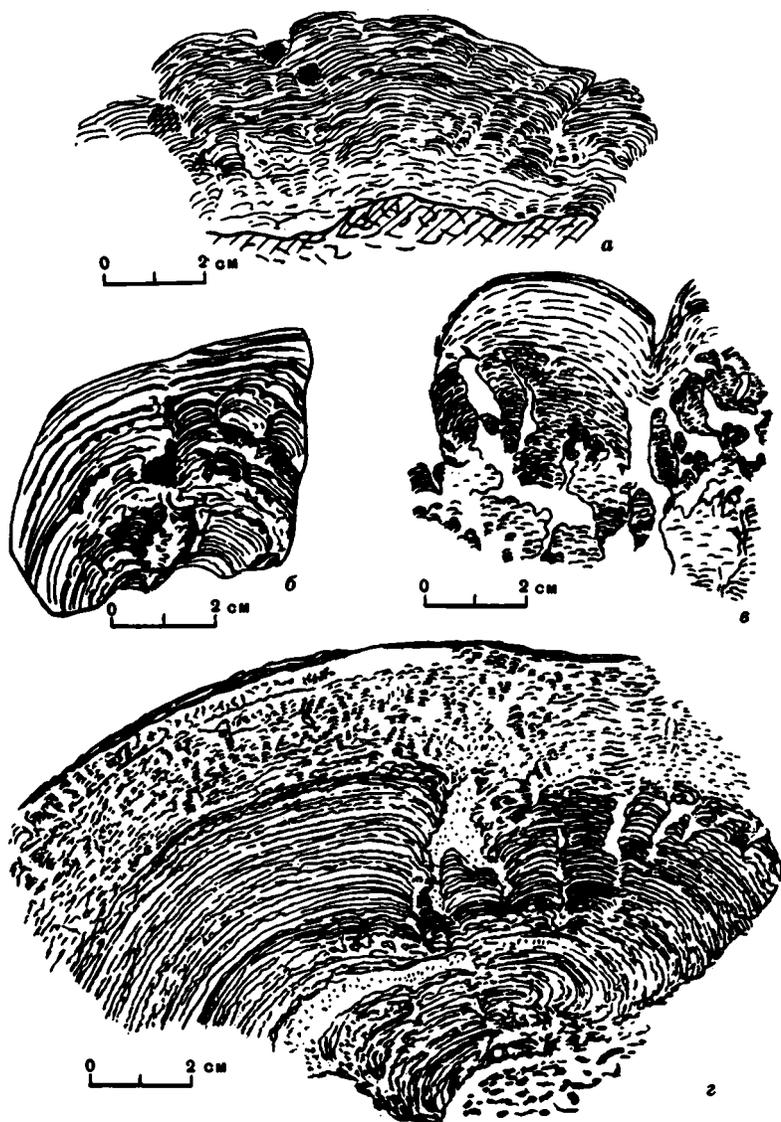


Рис.70. Строматолитовые постройки миоцена

а–г – караганский горизонт; Керченский полуостров: а,г – западная часть полуострова, б – район пос.Марфовка, в – район мыса Тархан

а,г – желваковые постройки; б,в – корки из кровли биогермов (б) и биостромов (в)

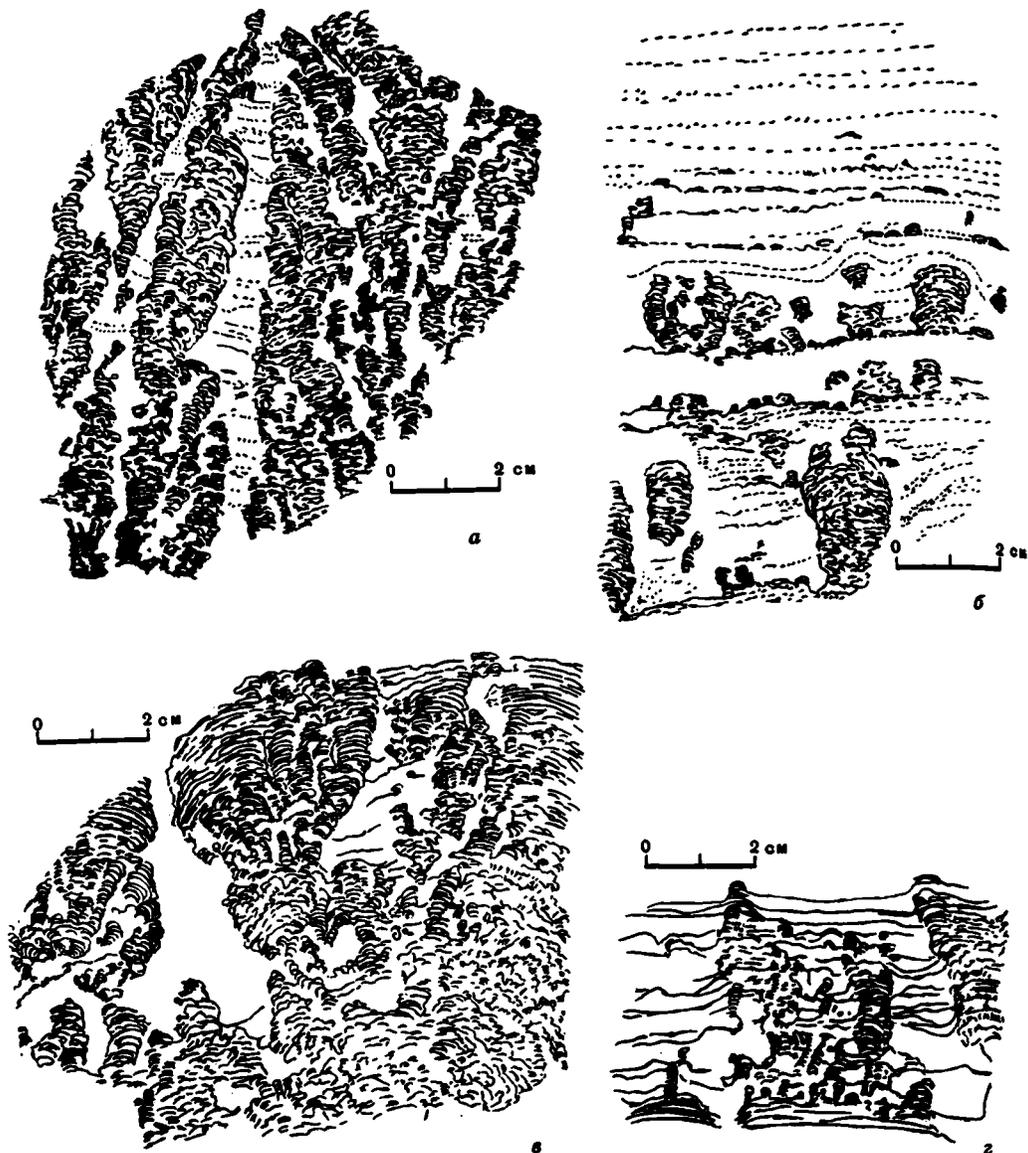


Рис.71. Столбчатые постройки из биогермов миоцена

а-г – караганский горизонт; Керченский полуостров у мыса Тархан

герма столбики исчезают, и он облекается сплошной слоистой коркой толщиной до 10–15 см (табл. XV, 1; табл. XVI, 2). Корки эти сложены плотным, иногда окремнелым карбонатом с нечеткой слоистостью, в котором иногда, как маленькие островки, видны участки со сгустковой структурой, одинаковой со структурой слоев из столбиков расположенной ниже зоны биогерма (табл. XVI, 2). Снаружи такие биогермы имеют гладкую выпуклую поверхность и выглядят в обнажениях крупными караваемы (см. табл. XV, 5).

По морфологии и по текстурно-структурным особенностям эти постройки похожи на строматолиты из миоцена Рейнского грабена, описанные О. Рейсом (Reis, 1923) как постройки *Chlorellopsis coloniata* Reis, хотя отличия в морфологии и структуре разных построек позволяет выделить в них несколько

новых таксонов. Любопытно, что и экология рейнских строматолитов сходна с условиями образования построек на Керченском полуострове: они приурочены к участкам относительного опреснения в осолоенных в целом лагунах.

Как *Chlorellopsis coloniata* Reis были описаны и строматолиты из третичной формации Грин-Ривер штатов Колорадо и Юта США (Bradley, 1923). Некоторые из этих построек действительно очень похожи на керченские. Сходное строение имеют и желваковые строматолиты, хотя колонки в верхних корках из этих желваков в целом мельче и отчетливее, чем у желваков из караганского горизонта. В этом отношении желваки из формации Грин-Ривер больше похожи на верхнепалеозойские *Stylophycus* (Johnson, 1940, табл. 5). Впрочем, к сравнениям фотографий надо относиться с осторожностью, так как даже постройки из одного биогерма могут выглядеть на них различно. Породы, слагающие формацию Грин-Ривер, считаются пресноводными озерными образованиями.

Обзор кайнозойских строматолитов следует завершить упоминаниями о находках пластовых строматолитов в понтических отложениях Азербайджана (В.В. Меннер, устное сообщение) и в четвертичных отложениях Алтая (Маслов, Шукина, 1950). В первом случае это слоистые корки без четко выраженного рельефа. Вторая находка интересна тем, что в волнистослоистых корках из озерных пресноводных биогермов обнаружены своеобразные структуры, похожие на структуры из рейнских строматолитов, описанных Рейсом. К сожалению, сообщение об этих постройках слишком кратко, чтобы сделать какие-либо сравнения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАНОРОЗОЙСКИХ СТРОМАТОЛИТОВ

Фрагментарность и явная неполнота данных о фанерозойских строматолитах создают значительные трудности при попытках их общей характеристики. При анализе любого из докембрийских комплексов мы могли опираться на массовый материал из разновозрастных толщ районов, удаленных на тысячи километров. В палеозое этого нет. В лучшем случае мы имеем одно-два местонахождения для толщ целой системы, и то не для всех уровней. Поэтому выводы о какой-то группировке этих строматолитов и тем более о выделении строматолитовых комплексов приходится делать с большой осторожностью и с множеством оговорок.

Основные типы строматолитов — столбчатые, пластовые и желваковые — проходят через весь фанерозой, хотя представители их значительно отличаются один от другого на разных стратиграфических уровнях.

Столбчатые ветвистые строматолиты практически исчезают в середине палеозоя, уступая место желваковым и столбчато-пластовым постройкам. В кембрии еще имеется ряд форм с определенными морфологическими и текстурными особенностями (*Ilicta composita* Sid., *Tunicata noctuica* Sid. и др.), которые прослеживаются на сотни километров. При диагностике этих форм можно опираться на их характерные морфологические признаки и использовать методику графического препарирования, хотя и у них морфология построек становится невыдержанной. В ордовике ветвистые столбчатые строматолиты встречаются очень редко, но все же они имеются. Их сближает с кембрийскими формами наличие стенки, иногда многослойной, своеобразная нечеткая слоистость и невыдержанная, изменчивая морфология. Как и в кембрии, им сопутствуют своеобразные характерные столбчато-пластовые и пластовые постройки (*Collumnaefacta* и др.). Это позволяет рассматривать строматолиты кембрия и ордовика как вполне определенный комплекс, хотя еще и недостаточно изученный, но отчетливо отличающийся и от рифейских комплексов и от более молодых сообществ фанерозойских строматолитов. Следует отметить, что в кембрии и ордовике можно встретить достаточно крупные биогермы. Пласты с такими биогермами прослеживаются на несколько сотен километров — от бассейна Ангары до сел Нохтуйска и Кочегаровки в среднем течении р. Лены.

В силуре и девоне преобладают постройки желвакового и столбчато-пластового типа, достаточно разнообразны морфологически, с преобладанием комковатых и сгустковых текстур. С ними, очевидно, можно сравнивать и каменноугольные строматолиты из Южного Казахстана. Таким образом, намечается какое-то объединение среднепалеозойских строматолитов, однако говорить о нем как об определенном едином комплексе, очевидно, преждевременно.

В среднем и верхнем карбоне появляются желваковые строматолиты со своеобразным мелкостолбковым строением отдельных слоев (*Gouldina*, *Stylophycus*). Постройки этого типа широко распространены и в более молодых, мезозойских и кайнозойских, отложениях. Данные о пермских строматолитах пока недостаточны, чтобы говорить о каких-либо сравнениях; триасовые строматолиты, описанные Е. Кальковским, тоже достаточно своеобразны, хотя и можно усмотреть их сходство с некоторыми керченскими миоценовыми формами. Может быть, будущее изучение строматолитов позволит говорить о мезозойско-кайнозойском или о верхнепалеозойско-мезокайнозойском комплексе, но пока данных для окончательных выводов недостаточно.

Для подавляющего большинства строматолитов фанерозоя выдерживается отмеченная В. П. Масловым приуроченность к мелководным отложениям нормальной солености, причем площадь, на которой они распространены, редко бывает большой: десятки, первые сотни километров по простиранию. Это сужение ареалов распространения фанерозойских строматолитов отмечалось всеми исследователями. П. Клауд (Cloud, 1942) связывал его с развитием более высокоорганизованных групп организмов-рифообразователей, которые вытесняли синезеленые водоросли в "неудобные" экологические ниши с широкими пространствами эпиконтинентальных рифейских морей. По мнению П. Гарретта (Garrett, 1970), различные организмы, населявшие фанерозойские моря, стали питаться водорослями и поедали их, не давая образоваться значительным колониям. Изменение площади распространения строматолитов и размеров их построек связывают также с изменением химического состава атмосферы и морской воды (Cloud, 1968) и с изменением высоты приливов и отливов, определявшихся изменением расстояния между Землей и Луной (материалы Альфена и Аррениуса, 1969 г., см. Walter, 1970, стр. 1331).

Особое положение занимают юрские строматолиты Польши и Венгрии. По облику и структуре они резко отличаются от всех строматолитовых образований, известных в более молодых и более древних толщах. Своеобразна и их экология: они встречаются совместно с разнообразной фауной в трансгрессивных сериях, отлагавшихся в море с нормальной соленостью воды.

Глава III

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОМАТОЛИТОВ ДЛЯ СТРАТИГРАФИИ ДОКЕМБРИЯ

Основное практическое применение строматолитов в геологии связано прежде всего с использованием их для расчленения и корреляции толщ, в которых отсутствуют другие палеонтологические объекты. В первую очередь это относится к стратиграфии докембрийских отложений.

Первая попытка использования строматолитов в качестве "руководящих" форм была сделана В. П. Масловым (1939а), сопоставившим древние толщи Урала и Сибири. Разделы "геологический возраст и распространение" имеются и в более ранних работах, сопровождающих описания различных форм строматолитов, начиная с работ Ч. Уолкотта; писали об этом и Фентоны, но только В. П. Маслов рискнул определить по строматолитам возраст толщ в районах, удаленных на несколько тысяч километров. Сопоставление это было совершенно правильным (во всяком случае, оно полностью подтверждается современными данными), и не вина В. П. Маслова, что толщи с *Collenia buriatica*, которые в то время считались кембрийскими, позже были отнесены к докембрию. Это обстоятельство было одним из поводов для последующего разочарования В. П. Мас-

лова в строматолитах как указателях геологического возраста заключающих их пород.

Однако В.П.Маслов продолжал убедительно показывать роль строматолитов как опорных реперов, "местных" руководящих форм на пространствах по меньшей мере в сотни километров.

Подобные работы по прослеживанию маркирующих строматолитовых горизонтов на достаточно крупных площадях проводились в Прибайкалье (Королюк, 1960; и др.), Африке (Menchikoff, 1946; Cahen e. a., 1946a, b), США (Rezak, 1957). Доказательства выдержанности морфологических и структурных особенностей строматолитов в одновозрастных толщах дополнялись данными о различиях строматолитов из разновозрастных отложений. Так, А.Г.Вологдин (1955б), отрицая стратиграфическое значение строматолитов, отмечал различия между формами из докембрия и из различных горизонтов кембрия, а И.К.Королюк выявила направленное изменение ряда признаков (боковое ограничение, форма слоев) у строматолитов докембрия и кембрия Сибири. Наконец, анализировалось распространение строматолитов определенных типов в разных горизонтах докембрия. В.И.Драгунов (1958) высказал предположение о приуроченности конофитонов преимущественно к нижним горизонтам верхнего докембрия (синия).

Этапным рубежом в изучении строматолитов явился 1960 г. В этом году вышли обобщающие работы В.П.Маслова и И.К.Королюк; опубликованы данные о закономерном развитии строматолитов в рифее Урала, причем было показано значение такого признака, как ветвление (И.Н.Крылов); к стати, и само это название "столбчатые ветвящиеся строматолиты" впервые появилось в 1960 г.; были опубликованы данные о распределении строматолитов в опорных разрезах Туруханского (М.А.Семихатов) и Учуро-Майского (С.В.Нужнов) районов; было прослежено распределение строматолитов определенного типа на значительном расстоянии вдоль окраины Русской платформы (И.Н.Крылов, М.Е.Раабен); и, наконец, в конце 1960 г. выходит статья о возможности трехчленного расчленения рифейских отложений по совокупности палеонтологических данных по строматолитам и историко-геологических материалов (Келлер и др., 1960).

В течение следующих двух лет трехчленное деление рифейских отложений было проведено во всех основных опорных разрезах нашей страны и дополнилось выделением четвертого биостратиграфического подразделения - юдомского (вендского) комплекса¹ сначала по онколитам (З.А.Журавлева), а затем этот комплекс получил и строматолитовую характеристику (Крылов, Комар, 1965; Крылов, 1967, 1969; Семихатов и др., 1967, 1970). Эти материалы легли в основу тома "Стратиграфия СССР", посвященного верхнему докембрию и вышедшего из печати в 1963 г., и неоднократно обсуждались, дополнялись и уточнялись в большом количестве публикаций и докладов в последующие годы.

Количество изученных и описанных форм строматолитов неуклонно возрастает, что увеличивает точность сопоставлений и позволяет ставить вопрос о выделении в рифее не только четырех упомянутых подразделений, получивших наименование протосистем или фитем (Келлер, 1966б), но и более дробных единиц - горизонтов.

Общая схема расчленения верхнего докембрия выглядит сейчас следующим образом.

Нижний рифей (бурзянская фитема) отвечает возрастному интервалу от 1650-1600 до 1400 млн. лет. Наиболее полные разрезы находятся на Юж-

¹ В данном случае рассматривается только биостратиграфический аспект проблемы "четвертого" подразделения докембрия (юдомия, венда, вендомия). Как стратиграфическая единица венд был обособлен Б.С.Соколовым еще в 1950 г. (Соколов, 1964; Келлер, 1971; и др.).

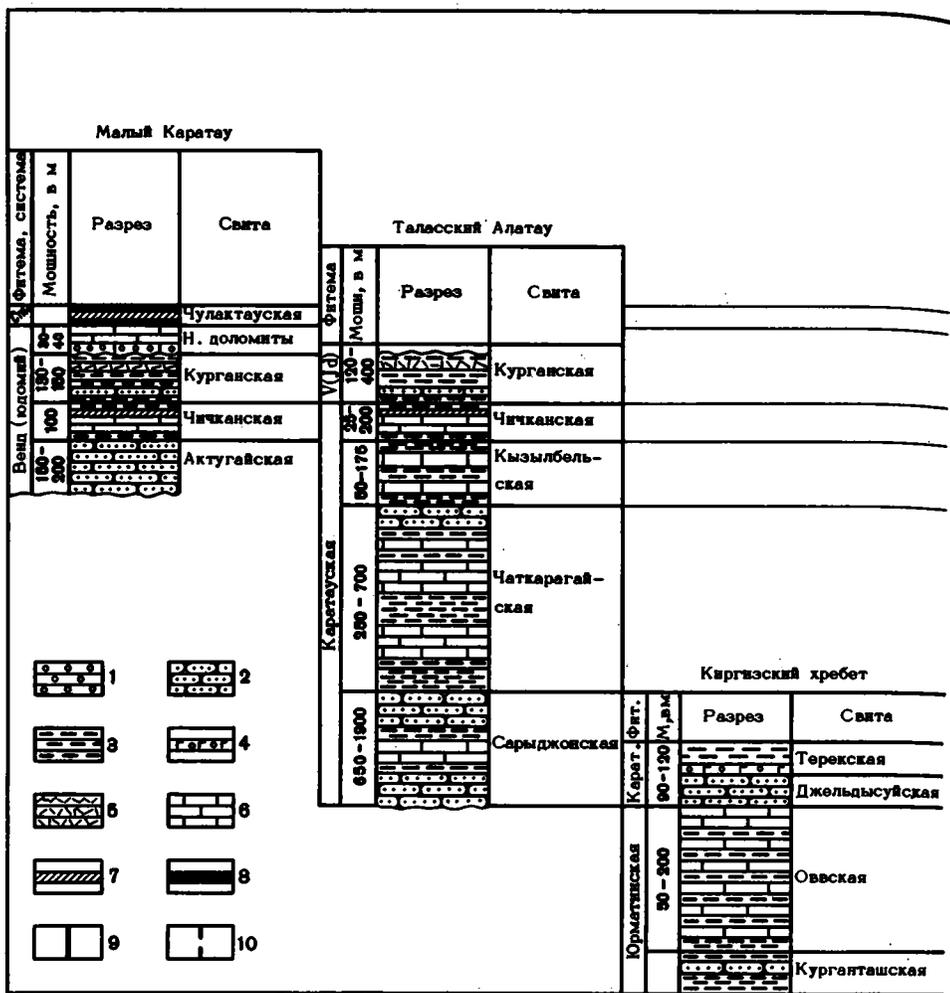


Рис. 72. Распределение строматолитов в рифейских и кембрийских отложениях Тянь-Шаня и Каратау, по материалам И.К.Королюк и И.Н.Крылова

1 - конгломераты; 2 - песчаники; 3 - сланцы; 4 - эффузивы; 5 - туфы;

ном Урале (айская, саткинская и бакальская свиты бурзянской серии), на Анабарском поднятии и в Учуро-Майском районе. На Урале нижний рифей четко разделяется на два горизонта - саткинский, охарактеризованный *Kussiella kussiensis* Kryl. и *Gongylina diferenciata* Kom., и бакальский, содержащий *Conophyton cylindricum* Masl., *Gaia irkuskatica* Kryl. и др.

Средний рифей (юрматинская или якутская фитема) отвечает интервалу от 1400 до 1000 млн. лет. Лучшие разрезы находятся в Юдомо-Майском прогибе (талынская, светлинская, бикская, мускельская, малгинская, ципандинская свиты и три нижних толщи лахандинской свиты) и на Южном Урале (зигальгинская, зигазино-комаровская и авзянская свиты). Их аналоги выделяются в Туруханском районе (свиты от безыменской до буровой), в Енисейском крае (свиты от удерейской до джурской), в других районах Сибири и Урала и на Тянь-Шане. В пределах Юдомо-Майского прогиба (Крылов и др., 1968) выделяется три строматолитовых подкомплекса (снизу): светлинский, ципандинский и лахандинский (рис. 72), характеризующих три одноименных гори-

рактированные строматолитами разрезы находятся в Сибири (в частности, в Учуро-Майском районе), а аналоги известны на Урале, в Средней Азии и в других регионах. Подкомплексы строматолитов не обособлены и не названы, хотя отмечается некоторое своеобразие в характеристике нижней части комплекса (*Voxonia grumulosa* Kom.) и его верхней части (*Voxonia allahjunica* Kom. et Semikh., *Linella simica* Kryl., *Jurusania tumuldurica* Kryl., *J. tuructachica* Schenf.).

Эта стратиграфическая схема основывается на совместном использовании результатов всех трех методов — историко-геологического, биостратиграфического и геохронологического. Уверенное применение этого комплексного подхода возможно в случае, если результаты всех трех методов совпадают. При несовпадении результатов различные исследователи отдают предпочтение тому методу, который им кажется более надежным. Б.М.Келлер в ряде докладов и в совместной с М.А.Семихатовым работе (1968) предложил такой подход: если два из трех методов дают сходимые результаты, то отклонениями в результатах третьего метода можно пренебречь. Обоснование подобного принципа оба эти исследователя видят в том, что эти три метода "дают разномасштабные, но сходные стратиграфические результаты" (Келлер, Семихатов, 1968, стр. 23). Однако в большинстве работ последнего десятилетия по стратиграфии докембрия явно начинает чувствоваться предпочтение, отдаваемое биостратиграфическим методам, во всяком случае, по сравнению с методами тектоническими. Все больше подтверждений получает вывод Келлера (1960, стр.37) о том, что "метод корреляции по циклам непригоден для сравнения верхнего докембрия различных платформ и в дальнейшем должен быть заменен коррелирующей на основании абсолютного возраста и растительных остатков".

Строматолиты в докембрии являются надежным средством корреляции разновозрастных толщ на огромных расстояниях. Целый ряд формальных видов: *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl., *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl., *B. lacera* Semikh., *Inzeria tjomusi* Kryl., *Jurusania cylindrica* Kryl., *Minjaria uralica* Kryl., *Linella ukka* Kryl., *Voxonia grumulosa* Kom. и многие другие прослеживаются в отложениях определенного возраста на тысячи километров. Для некоторых форм (в частности, для *Inzeria tjomusi* Kryl., *Conophyton cylindricum* Masl.) можно говорить о всеветном распространении, и количество таких форм будет увеличиваться по мере изучения строматолитов из зарубежных разрезов. В последние годы начато изучение строматолитов по нашей методике во Франции (Ж.Бертран-Сарфати), в Индии (К.Валдия), в Австралии (группа исследователей под руководством М.Глесснера) и в США (Д. Хауэлл), которое дает интересные результаты.

Так, исследования Ж.Бертран-Сарфати в Северной Африке (Bertrand-Sarfati, 1966, 1968а,б, 1970 и др.) показали наличие в верхнем докембрии Сахары построек из групп *Conophyton*, *Baicalia*, *Jurusania*, *Inzeria*, *Tungussia*, *Gymnosolen* и *Parmites*. По этим строматолитам толщи Мавританского Адрара были сопоставлены с верхнерифейскими отложениями Южного Урала. Единичные образцы среднерифейских строматолитов *Baicalia* aff. *rara* Semikh. были определены также из пород серии Отави юго-западной Африки (Cloud, Semikhatov, 1969).

В Австралии строматолиты изучались группой исследователей под руководством М.Глесснера, в которую входили М.Прейсс и М.Уолтер. В Южной Австралии эти исследователи определили среднерифейские *Baicalia* и *Conophyton* cf. *garganicum* Kog. в доломитах Скилогалии серии Барра. Вышележащие отложения серии Умбертана содержат строматолиты из групп *Katavia*, *Patomia*, *Inzeria* и *Gymnosolen* и могут быть сопоставлены с верхним рифеем СССР. В Центральной Австралии (бассейн Амадеус) верхнерифейские строматолиты из групп *Inzeria*, *Minjaria*, *Voxonia*, *Tungussia* и *Linella* были определены из пород свиты Биттер Спрингс (Glaessner a.o., 1969). П.Клауд и М.А.Семихатов определили отсюда также *Inzeria* cf. *tjomusi* Kryl. и формы из групп *Jurusania* и *Anabaria*, а из пород группы Кимберли (Западная Австралия) — нижнерифейские строматолиты из группы *Kussiella*.

В Индии К.Валдия (Valdiya, 1969) отмечает присутствие *Conophyton cylindricum* Masl. и *Collenia columnaris* Fent. в породах серии Семри и среднерифейских *Collenia (Baicalia) baicalica* Masl. в серии Бхандер виндийской системы. В предгорьях Гималаев им были найдены *Collenia baicalica* Masl., *C. symmetrica* Fent., *C. buriatica* Masl. и *C. columnaris* Fent. в нижних горизонтах серии Шали и *Jurusania* sp. — в ее верхних горизонтах. В другом районе Гималаев в доломитах Ганголиат отмечена нижнерифейская *Collenia (Kussiella) kussiensis* Masl. В аналогах синийской системы Китайской платформы на территории КНДР М.А.Семихатовым и мной были определены (сначала по сборам Ю.М.Пушаровского и Н.М. Чумакова, а затем по нашим сборам) среднерифейские *Baicalia*, близкие к *B. unca* Semikh. и *B. kirgisisca* Kryl. в средней части свиты Садању и верхнерифейские *Jurusania cylindrica* Kryl. и *Inzeria nimbifera* Semikh. — в верхней части этой свиты.

В породах серии Белт (США) П.Клауд и М.А.Семихатов отмечают присутствие *Conophyton cylindricum* Masl., а в формации Джонни (Калифорния, США) ими определены *Voxonia* aff. *gracilis* Kor. и *Linella* aff. *ukka* Kryl. В нижней части группы Парумп (формация Кристалл Спринг, Калифорния) Д.Хауэлл определяет строматолиты из групп *Baicalia* и *Jacutophyton* (Howell, 1971).

В отложениях формации Гекла-Хук Шпицбергена М.Е.Раабен (1969) выделяет аналоги верхнего рифея с *Minjaria uralica* Kryl., *Gymnosolen ramsayi* Steinm., *Conophyton miloradovici* Raab. и новыми формами из групп *Inzeria* и *Tungussia*.

Этот краткий список рифейских строматолитов, встреченных за пределами нашей страны, включает только формы и группы, общие с встреченными в СССР и показывающие возможность выделения по строматолитам аналогов рифейских фитем в других странах и на других континентах. Кроме того, в упомянутых работах описано большое количество новых групп и форм.

Если говорить о каких-то этапах в изучении строматолитов за рубежом, то можно отметить 1969 г., в течение которого было опубликовано большинство упоминавшихся выше работ. Мне представляется, что создание био-стратиграфической шкалы докембрия можно рассматривать как вполне реальную задачу ближайших 10–15 лет.

Реальность такой перспективы заставляет еще раз рассмотреть принципы, которыми пользуются исследователи при использовании строматолитов для стратиграфии докембрия. Можно наметить три подхода к этой проблеме.

1. Выделение определенных морфологических групп (или типов) строматолитов, появление, развитие и исчезновение которых характеризует данный возрастной этап.

2. Появление определенных признаков у строматолитов, относящихся к различным (или к одним и тем же) типам и группам, характеризующих уровень их "эволюционного развития".

3. Эмпирическое выделение комплексов строматолитов как совокупностей нескольких руководящих групп и форм.

Строго говоря, противопоставлять эти три подхода друг другу нельзя, поскольку в чистом виде они встречаются довольно редко и обычно используются совместно.

Примером первого подхода могут служить упоминавшиеся попытки разделения рифея на два комплекса: нижний (якутский), со строматолитами из группы *Conophyton*, и верхний (тиманский), со столбчатыми ветвящимися строматолитами (Драгунов, 1956, 1958; Келлер, Хоментовский, 1958, 1960). В более осторожной форме делается попытка характеристики среднего рифея как подразделения, охарактеризованного якутофитонами (Крылов, Шاپовалова, 1970а). Одним из оснований для обособления четвертого (юдомского) комплекса рифея Сибирской платформы была смена столбчатых ветвящихся строматолитов, характерных для более нижних подразделений рифея, желваковыми постройками (Журавлева, Комар, 1962; Комар, 1964). Каждая из этих попыток опиралась на анализ большого количества фактов, и в принципе получен-

ные выводы о массовом распространении или о преобладании отмеченных строматолитов в слоях определенного возраста не утратили своего значения и сейчас. Однако во всех случаях категорические формулировки были бы ошибочны. Конофитоны встречаются, хотя и не часто, в верхнем рифее и даже в венде; якутофитоны (в той же самой статье И.Н.Крылова и И.Г.Шаповаловой) упоминаются в верхах нижнего и в низах верхнего рифея; к этому можно добавить данные Бертран (Bertrand-Sarfati, 1970, стр. 15 и др.) о совместном нахождении конофитонов и якутофитонов с *Gymnosolen ramsayi* Steinm. в докембри Сахары; в юдомском комплексе было отмечено широкое распространение не только желваковых, но и столбчатых строматолитов из разных групп.

Второй подход — попытки расчленения докембрия в связи с появлением у строматолитов определенных признаков — используется только в течение последнего десятилетия и связан с представлениями о закономерном изменении ряда признаков у строматолитов. Так, М.Е.Раабен (1960, стр. 128) противопоставляла ветвящиеся строматолиты верхнего рифея (относя все их к группе *Gymnosolen* Steinm.) неветвящимся более древним "столбчатым коллиниям". Общее усложнение ветвистости, наблюдаемое при сравнении характерных форм нижнего рифея (*Kussiella* Kryl.), среднего (*Baicalia* Kryl.), верхнего рифея и венды (*Gymnosolen* Steinm., *Linella* Kryl.), несомненно, отражает определенную тенденцию изменчивости строматолитов во времени. Это же относится и к характеру бокового ограничения, с массовым развитием и преобладанием "стеночных" форм в самых верхних горизонтах докембрия и в кембри. Однако утверждение об отсутствии "активноветвящихся" строматолитов ниже среднего, а "параллельностолбчатых" строматолитов ниже верхнего рифея (Раабен, 1969) не отвечает действительности. Строматолиты с этими признаками описываются и из заведомо дорифейских отложений Канады (Hofmann, 1969a, фиг. 20), и из ятулия Карелии (Крылов, 1966б). В наличии и широком распространении кустистых бесстеночных построек в нижнем рифее можно убедиться, хотя бы бегло просмотрев рис. 27, 31, 32 предлагаемой работы. Именно такими строматолитами являются, в частности, формы из группы *Iliella* Kryl. Следовательно, и в этом случае категорические формулировки для наблюдаемых закономерностей тоже пока преждевременны, хотя поиски таких закономерностей и таких формулировок продолжают оставаться одной из важнейших задач.

Третий подход — эмпирическое выделение характерных "руководящих" форм строматолитов, ассоциаций этих форм и прослеживание их распространения по площади — является сейчас ведущим методом при расчленении и корреляции докембрийских толщ. Именно наличие сходных (до полной идентичности) построек в одновозрастных отложениях, одинаковая смена их по вертикали в удаленных разрезах и отсутствие в более древних и более молодых отложениях являются основными доказательствами стратиграфического значения строматолитов. Количество таких руководящих форм в целом все время возрастает по мере изучения новых групп и новых местонахождений рифейских строматолитов. Если в первой работе о трехчленном делении рифея (Келлер и др., 1960) упоминалось не более десятка таких форм, то в 1968 г. (Комар, Семихатов, 1968, стр. 103) их число достигает 54. Но и этот список далеко не полон, поскольку в нем отсутствуют представители многих групп (конофитоны, патомии, якутофитоны, пармитесы и др.). Для каждого из регионов, где развиты рифейские отложения, число форм строматолитов достигает иногда нескольких десятков; полные их списки приведены выше, в разделе о докембрийских строматолитах, а сами комплексы хорошо видны на сводных таблицах (см. рис. 24, 41 и 72). В каждом районе можно видеть несколько рубежей — "ступенек", намекающих на распространению строматолитов, но в общих чертах сопоставления строматолитовых комплексов проводятся довольно уверенно.

Анализ распределения форм строматолитов в разрезах различных регионов позволяет говорить и о выделении каких-то определенных сообществ (ассоциаций, комплексов) строматолитов и для подразделений, более дробных, чем целая фитема. Наличие таких сообществ наглядно проявляется практически на

любой сводной таблице распределения строматолитов того или иного региона. Строматолитовые комплексы различных порядков выделяются и по своеобразию их "списочного состава" и по массовому содержанию или по преобладанию в них тех или иных форм.

Иллюстрации наглядно демонстрируют прирост фактического материала, полученного в последние годы, особенно для рифейских отложений Юдомо-Майского прогиба (см. рис. 41). Новые данные подчеркивают различия строматолитовых комплексов, характеризующих и фитемы в целом, и отдельные их подразделения. Число форм, входящих в эти комплексы, превышает два с половиной десятка, причем не менее четырех-пяти форм приурочены к отложениям только одного из трех среднерифейских подкомплексов. Своеобразие и самостоятельность этих трех среднерифейских строматолитовых ассоциаций подчеркиваются и в статье Вл.А. Комара и др. (1970). Достаточно сравнить эти данные с материалами, опубликованными всего несколько лет назад (Нужнов, 1967), чтобы увидеть, сколько новых материалов получено за эти годы.

Но это не снимает вполне естественных вопросов: а как быть с детальными сопоставлениями комплексов из других регионов, достаточны ли основания, в частности, для сравнения строматолитов авзянской свиты Южного Урала с ципандинскими, а деревнинских строматолитов Туруханского района - с лахандинскими? Опубликованные списки форм (Крылов, Шаловалова, 1970б, табл. 2, 4), строго говоря, не дают однозначного доказательства таких сопоставлений. Правда, можно и теперь говорить о массовом распространении *Baicalia lacera* и определенных якутофотонов в лахандинских толщах и иллюстрировать это большим количеством фотографий и зарисовок (см. рис. 45-47). В пользу сопоставления ципандинских и авзянских комплексов говорит и наличие в них нескольких новых форм (в частности, *Tungussia avzjanica* Schar., f. n.), хотя их описания еще не опубликованы.

Мне кажется, что новые данные не отвергают, а в ряде случаев подтверждают прежние выводы о таких сопоставлениях, но все это не снимает необходимости переизучения на новом уровне строматолитов и из Туруханского района, и из Енисейского края и особенно из стратотипического разреза Южного Урала. При этом, очевидно, исследования должны идти по двум направлениям.

Во-первых, нужно будет провести последние сборы и описание действительно всех встреченных строматолитов. Из анализа литературы отчетливо видно, что пока детальное исследование скорее расширяют возрастной диапазон некоторых руководящих форм, чем уменьшают его, а в конце концов значение той или иной формы для стратиграфии рифея определяется полным возрастным интервалом, в котором эта форма распространена. Однако детальное исследование позволяет уточнить региональные схемы корреляции докембрийских толщ, определить время появления, максимального расцвета и исчезновения различных групп, форм и их ассоциаций, что в конце концов тоже даст реальные данные для решения общих стратиграфических вопросов.

Во-вторых, необходимо выявление биогермных рядов, естественных соотношений различных строматолитов и прослеживание на площади слоев и пачек, охарактеризованных однотипными постройками. Эти работы предусматривают проведение детальное палеонтологических, палеоэкологических и литологических исследований строматолитов и содержащих их толщ. Они должны уточнить значение диагностических признаков, выявить естественные связи между строматолитами разных формальных групп и видов, уточнить диагнозы и объемы выделяемых нами таксонов. Нет сомнения, что многие формы могут быть членами разных биогермных рядов (подробнее об этом говорилось при описании строматолитовых комплексов). В этом случае сопоставления по всей совокупности форм, составляющих биогермный ряд, могут оказаться более точными, чем по отдельным формам. Так, *Conophyton cylindricum* Masl. встречается в резко отличающихся друг от друга биогермах с *Collenia frequens* Walc. (бакальская свита нижнего рифея) и в биогермах с *Jacutophyton* в лахандинской и деревнинской свитах среднего рифея.

Обе эти задачи требуют затраты большого количества времени и сил, причем вряд ли можно надеяться на быстрое получение эффективных результатов. Тем не менее такие исследования совершенно необходимы.

Особую проблему составляет ограничение геологических тел, охарактеризованных тем или иным комплексом строматолитов, и определение ранга выделяемых таким способом стратиграфических подразделений. Надо признать, что огромную роль в выделении трех крупных строматолитовых комплексов в рифейских отложениях сыграло строение стратотипического разреза Южного Урала, в котором счастливо сочеталось присутствие наиболее характерных рукаводящих форм строматолитов с крупными перерывами или наличием терригенных толщ, лишенных строматолитов. На Урале не оказалось никаких "переходных слоев" со смешанными комплексами. Поэтому различие между нижнерифейскими, среднерифейскими и верхнерифейскими строматолитами было видно довольно отчетливо. Четвертый, юдомский, строматолитовый комплекс из-за его близости к верхнерифейскому был вначале пропущен на Урале, и только определения юдомских онколитов в укской свите и последовавшее за ними переизучение строматолитов позволили его обнаружить. Выделение на Урале подразделений рифея полностью отвечало упоминавшимся выше принципам комплексного обоснования возраста: эти подразделения соответствовали крупным этапам развития земной коры и жизни в докембрии и имели достаточное количество изотопных датировок. Проведение границ этих подразделений трудностей не вызывало: каждому из них отвечала серия осадков, отделенная перерывом и следами несогласия от нижележащих отложений и так же несогласно перекрываемая вышележащими. Первые трудности возникли, когда пришлось обосновывать отделение венда в основании укской свиты, но и в этом случае имелись явные следы перерыва и пачка терригенных пород в основании нового подразделения.

В других регионах связь между ритмично построенными толщами, перерывами в осадконакоплении и комплексами органических остатков наблюдается менее отчетливо, и можно говорить только об относительном их соответствии.

Так, в Учуро-Майском районе граница распределения строматолитов средне- и верхнерифейского комплексов проходит внутри единой пестроцветной лахандинской свиты. Распределение строматолитов согласуется здесь с ритмами и циклами несоизмеримо меньшего масштаба. Основная смена типов пород, а местами и перерывы приурочены к кровле лахандинской свиты внутри верхнего рифея. На Анабарском массиве всему объему рифея Урала отвечала одна ритмично построенная серия осадков, причем границы нижнего и верхнего (а по мнению ряда исследователей - и среднего) рифея находились внутри единой карбонатной толщи. Позже в этой толще были обнаружены следы перерывов, и поиски этих следов в основном были вызваны результатами определения органических остатков. Именно благодаря органическим остаткам в Тянь-Шане были выделены средний и верхний рифей и венд (два последних подразделения раньше объединялись в единую каройскую серию и относились к нижнему кембрию), наконец, только органические остатки дали ключ к определению возраста древних толщ Енисейского края и Туруханского района, хотя и сейчас там не все проблемы еще решены. Толщи со строматолитами здесь разделяются терригенными породами, отмечаются следы перерывов, однако наиболее крупные литолого-тектонические рубежи (в частности, граница сухопитской и тунгусикской серий на Енисейском крае) могут не совпадать с границами фитем.

Анализируя эти данные, Б.М.Келлер делает справедливый вывод о том, что "несогласия и размыты в основании циклично построенных серий не совпадают в удаленных районах" (Келлер, 1964, стр. 156). Это является подтверждением хорошо известных данных о том, что "этапы складчатости и магматизма не являются планетарными, и корреляция по ним носит чисто условный характер... Если предварительные выводы, касающиеся сравнения разрезов Урала и Сибири (по органическим остаткам, - И.К.), подтвердятся, то выделение

комплексов рифея можно будет проводить на основании палеонтологических данных так, как это делается в настоящее время при расчленении послери-фейских отложений. Только такое расчленение, построенное на палеонтологической основе, будет иметь планетарное значение" (там же, стр. 158).

Годы, прошедшие со времени опубликования этой работы, медленно, но неуклонно накапливают аргументы в пользу правильности такого подхода. Разделение рифейских отложений сначала на три, а позже на четыре крупные единицы (фитемы), охарактеризованные вполне определенными наборами органических остатков, стало общепризнанным фактом. Есть все основания надеяться и на выделение более дробных подразделений. Такое разделение фитем (протосистем) на "протоотделы" должно основываться в первую очередь на дальнейшем изучении органических остатков, выделении естественных их ассоциаций в тех разрезах, где это лучше всего видно, и последующей корреляции их в других районах.

Проблема в том — какую из групп органических остатков выбрать для этой цели. Вопрос этот не риторический, поскольку строматолиты не единственная группа органических остатков докембрия и имеют ряд существенных недостатков.

Первый из них — достаточно узкая фациальная приуроченность. Из многих тысяч метров основных опорных разрезов рифея на долю карбонатных толщ, охарактеризованных строматолитами, приходится не более 25%, да и в этих карбонатных толщах строматолиты встречаются только в виде отдельных прослоев. Несомненно в тех или иных пределах скольжение границы строматолитовых пластов вместе со скольжением фаций. Правда, для докембрия разница датировки, отвечающая по длительности половине яруса или ярусу юрской системы, существенного значения не имеет. Наконец, уже отмечалось, что не исключена возможность не только возрастной, но и фациальной природы даже достаточно крупных строматолитовых комплексов, например катавского и миньярского.

Однако смена лахандинского комплекса катавским происходит в Учуро-Майском районе в пределах одного и того же фациального типа пород. Точно так же нижнерифейские куссиеллы, среднерифейские байкалии, верхнерифейские миньярии и вендские линеллы встречаются в одних и тех же типах пород, и их различие можно объяснить в первую очередь эволюцией водорослей-строматолитообразователей.

Второй недостаток строматолитов как палеонтологических объектов — необходимость сборов достаточно крупных, тяжеловесных штуфов, большая трудоемкость их обработки. Это затрудняет действительно массовые сборы материала, особенно из труднодоступных районов. Этот недостаток в будущем может быть отчасти преодолен после более детального изучения структуры строматолитов, но пока необходима комплексная их обработка по методике, изложенной в предыдущих разделах.

Третий недостаток строматолитов — в значительной подверженности слагающих их пород воздействию вторичных процессов, изменяющих или затушевывающих их структуру. Наконец, нельзя не учитывать и определенного влияния внешних воздействий во время роста строматолитовых построек. Этот недостаток, который некоторым исследователям кажется самым главным препятствием для изучения строматолитов, в действительности не так существен: сравнение проводится по однотипным постройкам из однотипных биогермов, а выделение и изучение биогермных рядов увеличит и без того немалое число таких сравниваемых форм. И все же мы можем пока определять не каждую строматолитовую постройку, даже при условии довольно приличной сохранности ее структуры, особенно, если имеем дело с материалом, присланным геологами-съемщиками, а не собранным специалистами, изучающими строматолиты.

Но если мы рассмотрим, как обстоит дело с другими типами органических остатков в докембрии (Крылов, 1969), то убедимся, что в какой-то степени

“конкурировать” со строматолитами в качестве основы для расчленения и корреляции толщ может только одна группа – онколиты, но и тут пока строматолиты имеют некоторые преимущества.

Находки отпечатков бесскелетных животных в верхних горизонтах докембрия и водорослеподобных и бактериеподобных “микроорганизмов” в породах разного возраста имеют огромное значение для познания общих закономерностей эволюции органического мира Земли, но их применение для целей стратиграфии практически исключается из-за крайней редкости этих находок. Очень перспективной группой древних остатков могут стать акритархи. Но пока их использованию в широких масштабах мешает очень многое – и не до конца изученные явления вымыва этих остатков из более молодых толщ в более древние, и неясность таксономических признаков, которая ведет к большому разному в классификации и, наконец, просто отсутствие согласованности между разными исследователями-акритархологами.

Онколиты, достаточно детально изученные в последние годы Е.А.Рейтлингер, З.А.Журавлевой, И.К.Королюк, В.Е.Забродиним, В.Е.Мильштейн и другими исследователями, имеют ту же фациальную приуроченность и в такой же мере подвержены воздействию вторичных процессов, как и строматолиты. Значительным преимуществом их являются маленькие размеры, что позволяет иметь дело с сотнями экземпляров и применять статистические методы их обработки. Но по сравнению со строматолитами онколиты имеют меньшее число диагностических признаков, и пока даже не поднимался вопрос о какой-либо закономерной изменчивости этих признаков во времени.

По онколитам отчетливо выделяются те же четыре больших подразделения, что и по строматолитам, хотя границы их в ряде случаев не совпадают. Так, в переходных слоях в основании жербинской свиты появляются юдомские строматолиты (в частности, *Dgerbia grumulosa* Doln. и *Patomia ossica* Kryl.), тогда как онколиты четвертого комплекса появляются несколько выше, в тинновской свите. Вызывают споры вопросы о распространении онколитов на Полудовом кряже. По устному сообщению З.А.Журавлевой, в низьвенской свите, содержащей *Gymnosolen*, *Minjaria* и другие верхнерифейские строматолиты, онколиты больше похожи на среднерифейские. Журавлева считает, что этот вопрос требует дальнейшего специального изучения. По мнению В.Е.Забродина (1968), это несовпадение является кажущимся и объясняется присутствием в этой свите своеобразных эндемичных форм онколитов, внешне похожих на среднерифейские.

Мне кажется, что эти примеры не ставят под сомнение стратиграфическое значение онколитов, а говорят лишь о том, что рубежи смены комплексов онколитов и строматолитов иногда могут не совпадать (хотя чаще мы видим совпадение характеристик толщ по обеим этим группам). Такое несовпадение заставляет говорить о необходимости разработки независимых, параллельных схем распределения онколитов и строматолитов в докембрии. Пока такая достаточно детальная шкала разработана для юдомских отложений, в которых З.А.Журавлева выделяет три онколитовых комплекса, в одинаковой последовательности сменяющих друг друга в разрезах удаленных регионов. Для отложений древнее венда предлагались детальные шкалы только для отдельных регионов (например, для верхнего рифея Урала и Шпицбергена, см. Раабен, Забродин, 1969).

Таким образом, несмотря на обилие нерешенных вопросов, связанных со строматолитами, все-таки эта группа органических остатков является сейчас наиболее изученной среди органического мира докембрия. Использование строматолитов позволяет пока проводить наиболее детальные сопоставления большего числа разрезов и позволяет говорить о дробном подразделении большинства рифейских фитем. Не умаляя значения онколитов, которое, возможно, в будущем станет еще больше, я считаю, что в основу разделения рифейских отложений на палеонтологической основе все-таки пока следует взять комплексы строматолитов.

Коротко следует коснуться вопроса названия стратиграфических подразделений, выделяемых в рифейских отложениях. Вслед за Б.М.Келлером (1966б) я принимаю для наиболее крупных подразделений название "фитема" (или протосистема). Более дробные подразделения, отвечающие строматолитовым подкомплексам, на которые делятся комплексы фитем, пока в литературе назывались либо "подразделениями" (Раабен, Забродин, 1969), либо горизонтами (Крылов и др., 1968; Крылов, Шаповалова, 1970б). Первое название представляется мне неудачным, поскольку в стратиграфии слово "подразделение" является общим термином для обозначения и свит, и серий ("подразделения региональной шкалы"), и систем, и отделов, и групп ("подразделения общей шкалы"). Второе тоже не совсем удачно, поскольку повторяет название подразделения региональной шкалы, объединяющего по площади несколько разновозрастных свит. Однако в "Проекте стратиграфического кодекса СССР" (стр. 26, 27) допускается использование термина "горизонт" для обозначения так называемых корреляционных подразделений. В этом смысле слово "горизонт" как совокупность слоев, охарактеризованных определенным комплексом строматолитов, является вполне приемлемым. Впрочем, по аналогии с термином "протосистема" (фитема) можно использовать и термин "протоотдел" или "продел" (Крылов, 1972б, стр. 59).

Отдельной проблемой является определение объема и границ фитем и горизонтов ("подразделений") в конкретных разрезах. Проблема эта сложна в первую очередь тем, что в разрезах преобладают толщи, лишенные строматолитов, а сами строматолитовые горизонты представляют собой узенькие реперные прослой.

Мне кажется, что решение этой проблемы должно быть сведено к двум связанным между собой процессам: 1) твердое установление и детальное изучение стратотипа (или гипостратотипа) и 2) разработка методов корреляции со стратотипом отложений из других регионов. Вопрос об отнесении той или иной толщи к верхнему или нижнему рифею может быть уверенно решен одним путем: доказательством разновозрастности с толщами, принятыми в качестве стратотипа. Только таким образом должны быть, по-моему, решены и сомнения в средне- или верхнерифейском возрасте деревнинской свиты Туруханского района, о вендском (юдомском) или верхнерифейском возрасте дашкинской свиты Енисейского края¹ и другие спорные случаи. Корреляция со стратотипом может проводиться с использованием всех критериев — и палеонтологических, и литологических, и тектонических, и радиологических.

К сожалению, вопрос о стратотипах фитем в настоящее время не решается однозначно. В качестве стратотипа рифейской группы Н.С.Шатский предложил разрез древних толщ Южного Урала от айской до ашинской включительно. Это предложение поддерживается сейчас подавляющим большинством исследователей, и я целиком присоединяюсь к нему. Высказывались предложения о более узком понимании рифея — с основания юрматинской серии (А.И.Олли) и даже с основания зильмердакской (Н.П.Семенов, А.А.Богданов и др.). Мне кажется, что правомочны любые обоснованные предложения о разделении рифея на более дробные единицы. Но во избежание разнобоя и путаницы таким новым подразделениям необходимо давать новые наименования, сохраняя название "рифей" именно для тех толщ, к которым оно первоначально было применено.

В качестве стратотипов нижнего, среднего и верхнего рифея (эти подразделения рассматривались тогда в качестве отделов протерозойской рифейской системы) Б.М.Келлер (1952) предлагал разрезы (соответственно) бурзянской серии (айская, саткинская и бакальская свиты), юрматинской серии (зи-

¹ Мне представляется, что именно такое сопоставление с юдомским комплексом убедительно доказывается с помощью онколитов (Журавлева и др., 1969). Хотелось бы видеть подобную аргументацию и у сторонников верхнерифейского возраста дашкинской свиты.

гальгинская, зигазино-комаровская и авзянская свиты) и каратауской серии (зильмердакская, катавская, инзерская и миньярская свиты) Южного Урала. Позже (Келлер, 1960¹) эти подразделения были названы (соответственно) бурзянским, якутским¹ и тиманским комплексами или системами. Для первого из них в качестве типового по-прежнему был оставлен разрез бурзянской серии Урала. Типовой разрез якутского комплекса прямо указан не был, хотя отмечалось, что в Сибири одним из наиболее полных и лучше всего изученных является разрез майской серии Учуро-Майского района. Для верхнего рифея в качестве стратотипа предлагался разрез по р. Низьве, расположенный "в области Урало-Тиманского стыка". Еще позже, обосновывая выделение в рифее протосистем, или фитем, Б.М.Келлер (1966б) снова предложил считать типовыми разрезы трех серий рифея Южного Урала. Это мнение сейчас разделяется большинством исследователей.

Сложнее и противоречивее обстоит дело со стратотипом вендской фитемы, в качестве которого предлагались разрезы волынских и валдайских отложений Русской платформы (Соколов, 1964) и чурочно-ашинских отложений Полодова кряжа (Келлер, 1966а). Вопрос о стратотипе венда пересматривался неоднократно, и я не мог при подготовке этой работы найти какое-либо однозначное решение этой проблемы. Во всяком случае, хотелось бы иметь в качестве типового разрез, содержащий достаточное количество органических остатков (в том числе строматолитов и онколитов) и имеющий отчетливые соотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями. Этим требованиям (за исключением вопроса о верхней границе) отвечает разрез укской свиты и вышележащих терригенных отложений (ашинская свита) Южного Урала. Дополнительным преимуществом этого разреза является его положение в стратотипе рифея и географическое положение, делающее его связующим звеном между вендскими отложениями Русской платформы и юдомскими отложениями Сибири. Этот разрез останется типовым независимо от того, какое окончательное наименование сохранится за этим подразделением.

Для Сибирской платформы, где присутствие всех четырех фитем рифея сомнений не вызывает, предлагалась система типовых разрезов для аналогов уральских фитем, которые назывались парастратотипами (Семихатов, 1966) или гипостратотипами (Келлер, Семихатов, 1968). В качестве таких гипостратотипов Семихатов предлагал для бурзянского комплекса (фитемы) разрезы сыгынахтахской и котингдинской свит Оленекского поднятия, для юрматинского комплекса (фитемы) — разрезы дебенгдинской, арымаской свит и двух нижних пачек хайпахской свиты Оленекского поднятия и для каратауского комплекса (фитемы) — разрезы свит от шорихинской до дурномысской Туруханского района. Аналогом вендских отложений (неясен вопрос о полноте сопоставления) является юдомский комплекс со стратотипом в виде юдомской свиты Учуро-Майского района (Журавлева, Комар, 1962; Семихатов и др., 1967, 1970).

Материалы последних лет, к сожалению, не прояснили, а только усложнили вопрос о типовых разрезах большинства рифейских фитем. Новые, пока еще очень кратко изложенные данные о строении Туруханского района (Комар, Серебряков, 1969) заставляют отказаться от использования разреза рифейских отложений этого района в качестве типового, по крайней мере до решения спорных вопросов его строения. На первое место по полноте и изученности верхнерифейских отложений следует поставить разрез каратауской серии Южного Урала. Но и здесь является спорным вопрос о возрасте нижней границы серии. Изотопные датировки отложений со среднерифейским комплексом строматолитов в Сибири показывают, что смена лахандинского комплекса верхнерифейским происходит на рубеже примерно 925-950 млн. лет (определение

¹Название "якутский комплекс" для толщ, относящихся к среднему рифею, было предложено В.И.Драгуновым (1958).

по глаукониту из кровли свиты буровой, см. Келлер, Семихатов, 1968, стр. 39); в нижней части хайпахской свиты Оленекского поднятия, содержащей средне-рифейские строматолиты, приводятся цифры в 1035 и 985 млн. лет, а в верхней ее части, где содержатся верхнерифейские строматолиты, — 920 млн. лет; в Учуро-Майском районе из третьей толщи лахандинской свиты определен возраст 1000 млн. лет (Келлер, Семихатов, 1968, стр. 39), а из четвертой толщи — 890 млн. лет (Нужнов, Шаповалова, 1968, стр. 96). В типовом разрезе Южного Урала возраст инзерской свиты, залегающей выше катавской, оценивается в 865–920 млн. лет, а из средней части авзянской свиты определен возраст 1260 млн. лет. Эти данные позволили считать, что граница среднего и верхнего рифея проходит на уровне приблизительно 1000 млн. лет (Келлер, и др., 1960; Крылов, 1963; Келлер, 1964; Раабен, 1964; и др.); что вполне согласовалось с точностью определений по глаукониту ± 50 млн. лет (Келлер и др., 1960, стр. 27).

Однако немного позже (Гаррис и др., 1964; Комар и др., 1964; Семихатов, 1966; Келлер, 1966б) эта граница была поднята на уровень 925–950 млн. лет, что сразу вызвало двойственность проблемы стратотипа в связи с неясностью положения зильмердакской свиты. С одной стороны, эта свита древнее 950 млн. лет и должна автоматическим образом относиться к среднему рифею. Именно так и поступили Вл.А.Комар и М.А.Семихатов (1968), сопоставив зильмердакскую свиту с толщами Сибири, содержащими лахандинский комплекс строматолитов. С другой стороны, Б.М.Келлер в упомянутой работе включает зильмердакскую свиту в состав стратотипа верхнего рифея, из чего логически следует необходимость отнесения к верхнему рифею толщ с лахандинским комплексом строматолитов. Сам Б.М.Келлер не настаивал ни на одном варианте, отметив только двойственность проблемы границы верхнего и среднего рифея, если учитывать данные Сибири и Урала (Келлер, 1966б, стр. 1407). Эта же двойственность сохранилась и в сводной работе Б.М.Келлера и М.А.Семихатова (1968), где сперва подчеркивается, что "объем и границы подразделения определяются его стратотипом" (стр. 22), а затем делается вывод, что граница должна проходить на уровне 950 ± 50 млн. лет (стр. 26) без указания конкретного разреза, где эта граница видна.

Мне кажется, что нет оснований ни для отнесения зильмердакской свиты к среднему рифею, ни для отнесения к верхнему рифею слоев с типичным якутофитоново-байкальскими лахандинским комплексом. Отложения зильмердакской свиты полностью или в значительной степени должны соответствовать не всей, а только четвертой толще лахандинской свиты. В пользу такого предположения говорят следующие факты: 1) строматолиты катавского комплекса встречаются только в самой нижней части катавской свиты, непосредственно в кровле зильмердакских отложений; 2) на Северном Урале, в верховьях р. Вишеры, отчетливо видно, как аналоги зильмердакской свиты (ишеримские кварциты) ложатся на пестроцветные карбонаты мойвинской свиты, в которой содержатся строматолиты из групп *Baicalia* и *Jacitorphyton*, близкие к лахандинским (Аблизин и др., 1969, стр. 109). Если вернуться к прежним представлениям о проведении границы среднего и верхнего рифея на уровне 1000 млн. лет, то будут сняты противоречия между уральскими и сибирскими разрезами.

Среди разрезов среднего рифея на первое место по полноте, насыщенности органическими остатками и глауконитом и по изученности строматолитов в последние годы вышли разрезы Учуро-Майского района и Сетге-Дабана (Нужнов, 1967; Крылов и др., 1968; Семихатов и др., 1970; Шаповалова, 1971). В печати неоднократно высказывались мнения о предпочтительности названия "якутский комплекс" для отложений среднего рифея (Драгунов, 1958; Келлер, 1964; Нужнов, Шаповалова, 1968; Крылов и др., 1968; и др.). Однако нет и основательных причин для того, чтобы категорически отказаться от использования в качестве типового разреза юрматинской серии Южного Урала: это достаточно мощное геологическое тело с четкими границами, охарактеризованное строматолитами (не менее трех уровней), онколитами и цифрами абсолют-

ного возраста. Значительным преимуществом этого разреза является его положение в типовом разрезе рифея и естественные границы с типовыми разрезами нижнего (бурзянская серия) и верхнего (каратауская серия) рифея. Относительная (по сравнению с Юдомо-Майским прогибом) бедность его палеонтологической и геохронологической характеристик должна значительно уменьшиться после проведения работ, сопоставимых по детальности с исследованиями последних лет в Учуро-Майском районе. Разрез среднерифейских отложений Юдомо-Майского прогиба в этом случае останется в качестве гипостратотипа.

Вопрос о стратотипе бурзянской фитемы (нижний рифей), как и вопрос о нижней границе среднего рифея, детально пока не обсуждался. Большинство исследователей склонны принимать в качестве типового разрез бурзянской серии Южного Урала (Келлер, 1952, 1960, 1966б; Крылов, 1963; Семихатов, 1966; Келлер, Семихатов, 1968; и др.). Действительно, среди описанных в литературе разрезов нижнего рифея нельзя назвать ни одного, который имел бы пока значительные преимущества перед разрезом бурзянской серии в Бакало-Саткинском районе Южного Урала. Не вызывает споров и предлагавшийся еще в 1960 г. (Б.М.Келлер и др.) уровень границы среднего и нижнего рифея, который оценивается в 1350-1400 млн. лет. В трех регионах, где развиты отложения нижнего рифея (Урал, север Сибирской платформы и Учуро-Майский район), толщи с преобладающим развитием *Kussiella kussiensis* и сопутствующих форм находятся ниже этого уровня, а толщи с *Baicalia* - выше. Однако не исключено, что такое "затишье" по вопросу о границе нижнего и среднего рифея объясняется еще и тем, что изученность стратиграфии и органических остатков бурзянской фитемы несколько отстает от изученности других фитем, несмотря на появление большого сборника статей о разрезе древних толщ бассейна р. Котуйкан, выпущенного сотрудниками НИИГА в 1970 г. (Опорный разрез..., 1970).

Сложнее обстоит вопрос с нижней границей рифея. Мы не знаем, насколько глубоко может "опускаться" нижнерифейский комплекс строматолитов. Датировки нижних горизонтов рифея в 1550-1500 млн. лет были получены калий-аргоновым методом по глаукониту в Учуро-Майском районе (Нужнов, 1967) и на севере Сибирской платформы (Комар, 1966). Эти разрезы по строматолитам уверенно сопоставляются с бурзянской серией Южного Урала, в которой глауконит пока не обнаружен. Но породы саткинской свиты, содержащие *Kussiella kussiensis*, прорываются гранитами рапакиви и щелочными породами Бердяушского плутона, из которых имеется большое количество определений изотопного возраста, сделанных преимущественно калий-аргоновым методом. Подавляющее большинство этих определений позволяет оценивать возраст Бердяушского плутона в 1400 млн. лет, что вполне совпадает с выводами, сделанными по строматолитам. Однако в последние годы Л.И.Салоп (1968 и др.) высказывает предположения об "омоложенности" этих цифр, а в более поздней работе (Салоп, Мурина, 1970) указывает на определения возраста (рубий-стронциевый метод) до 1560-1600 млн. лет. Проверка этих материалов уточнит наши представления о нижнем пределе распространения *Kussiella kussiensis* и других саткинских строматолитов. Гораздо более существенными явились бы данные о сходстве этих строматолитов с постройками из ятулийских отложений Карелии, на которые ссылается в той же работе Л.И.Салоп (там же, стр. 24). Мне такие данные пока не известны.

Все материалы, изложенные в предлагаемой работе, позволяют надеяться на дальнейшую детализацию и уточнение общих и региональных шкал докембрия и на дальнейшее успешное использование строматолитов для этой цели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прошедшее десятилетие (1960–1970 гг.) было временем, когда строматолиты оказались объектом детальных исследований во многих странах. Такой интерес к этим образованиям был вызван прежде всего доказанной в СССР возможностью использовать их для определения возраста докембрийских отложений по меньшей мере в пределах рифея, т.е. начиная с 1600 млн. лет. С другой стороны, американские исследователи Б.Логан, Р.Гинзбург, Р.Резак отметили определенную связь типов построек с условиями их образования, что давало возможность использовать строматолиты для палеофашиальных реконструкций. Эти данные обусловили интерес к водорослевым постройкам и со стороны энтузиастов, и со стороны скептиков, что привело в конечном итоге к накоплению в течение последних десяти лет материалов, соизмеримых, а то и превышающих данные, которые были получены в течение прошедших десятилетий.

На основании этих материалов делаются обобщения, которые интересно сравнить с представлениями, существовавшими к началу 60-х годов (Маслов, 1960; Королюк, 1960; Вологдин, 1962; Крылов, 1960а,б, 1963). Такое сравнение позволяет сделать несколько выводов.

1. Изучение современных построек водорослей, проведенное в последние годы многими исследователями в Австралии, в США, у островов и в прибрежной зоне Атлантического океана, Персидского залива и в других местах, полностью подтвердило мнение об этих остатках как об органо-седиментационных образованиях, связанных прежде всего с жизнедеятельностью синезеленых водорослей. Этот вывод доказывается и находками в ископаемых строматолитах реликтов водорослевых структур.

2. Полностью подтверждается основное положение В.П.Маслова (1953б, стр. 112) о существовании "неповторяющихся форм строматолитов в геологической летописи", которое В.П.Маслов справедливо связывал с эволюцией растений и осадконакопления. Число таких форм сейчас измеряется многими десятками. Одинаковые строматолиты прослеживаются в одновозрастных отложениях на тысячи километров, а их комплексы сменяют по вертикали друг друга в отдаленных районах в одинаковом порядке.

3. Наличие четких, однозначно определяемых всеми исследователями строматолитов делает возможным применение к ним формальных классификаций и бинарных наименований с соблюдением всех требований, предусмотренных Международным кодексом ботанической номенклатуры для формальных таксонов. Принимаемая в этой работе классификация строматолитов является развитием ранее предлагавшейся автором классификации и предусматривает (вслед за В.П.Масловым и И.К.Королюк) выделение формальных типов, родов (групп) и видов (форм) на основании их морфологических и текстурно-структурных характеристик.

4. Определение строматолита требует соответствия его признаков диагнозу соответствующей формы. Постройки из разных частей биогермов могут отвечать диагнозам разных групп и форм и, следовательно, иметь различные наименования.

5. Изучение биогермов и биостромов строматолитов позволяет выяснять естественные соотношения между постройками, относимыми к разным формальным родам (группам) и формальным видам (формам), и влияние внешних ус-

ловий на их морфологию. В пределах одного пласта или нескольких пластов можно выделить закономерные ассоциации определенных форм, слагающих однотипные биогермы. Такие ассоциации предлагается называть биогермными рядами. Биогермный ряд можно рассматривать как совокупность морфологических модификаций, форм роста, характерных для данного комплекса (или вида) водорослей-строматолитообразователей, что обычно подтверждается единством или однородностью их текстуры и структуры. Сравнение не только отдельных построек, но и биогермных рядов позволит проводить сопоставления разновозрастных строматолитовых комплексов с большей точностью.

6. Материалы по докембрийским строматолитам подтверждают выводы о возможности выделения в верхнем протерозое (рифее) по меньшей мере четырех строматолитовых комплексов, отвечающих нижнему, среднему, верхнему и терминальному рифею. В отдельных регионах намечается разделение этих комплексов на более дробные подразделения, что позволяет надеяться на большую детализацию докембрийских биостратиграфических шкал в ближайшем будущем.

7. Сравнение столбчатых ветвистых строматолитов из различных горизонтов рифея позволяет говорить об изменении во времени их признаков с преобладанием кустистых, часто и сложно ветвящихся построек в более верхних горизонтах, о преобладании стеночных форм в самых верхах рифея и об определенных текстурно-структурных отличиях у строматолитов с разных стратиграфических уровней. Но при этом следует избегать категорических формулировок, поскольку и кустистые постройки, и стенка отмечаются у строматолитов из толщ, относимых к нижнему протерозою (Карелия, Канада).

8. Сравнение строматолитов из отложений разного возраста показывает их значительные различия. Для верхнего докембрия и нижнего кембрия наиболее распространенными постройками являются крупные биогермы и биостромы, сложенные четкими ветвистыми столбиками. Для нижнего рифея наиболее характерны биогермы и биостромы с *Kussiella kussiensis*, для среднего рифея — постройки групп *Jacutophyton* Schap. и *Baicalia* Kryl. (*B. baicalica*, *B. lacera* и др.), для верхнего рифея — постройки групп *Inzeria* Kryl. (*I. tjomusi*), *Minjaria* Kryl. (*M. uralica*), *Gymnosolen* Steinm. (*G. ramsayi*). Для вендского (юдомского) комплекса характерны строматолиты групп *Voxonia* Korol. (*V. granulosa*) и *Linella* Kryl. (*L. ukka* и др.). В кембрии резко сокращаются размеры биогермов, а постройки начинают утрачивать морфологическую четкость (*Ilicta composita*, *Tunicata noctuica*). Относительно большее значение в кембрии приобретают пластовые, желваковые и столбчато-пластовые постройки из групп *Stratifera* Korol., *Colleniella* Korol., *Collumnaefacta* Korol. и др. В ордовике столбчатые ветвистые строматолиты встречаются крайне редко, а выше ордовика практически не известны. Вся дальнейшая история строматолитов проходит в рамках пластовых, столбчато-пластовых, желваковых и столбчато-желваковых построек, неодинаковых на разных уровнях.

9. Данные по фанерозойским строматолитам позволяют оценивать максимально возможную точность корреляции отложений по этим остаткам. Строматолиты могут быть связаны с фаціальными комплексами пород, которые в разных частях региона могут отличаться по возрасту. Максимальная известная амплитуда такого "скольжения" достигает нескольких аммонитовых зон (юрские отложения Польши).

10. Строматолиты в ряде случаев могут служить показателями условий образования осадков: глубины, скорости течения или силы действия волн, солености.

11. При выборе стратотипов для подразделений верхнего докембрия необходимо учитывать и их охарактеризованность органическими остатками, и в первую очередь строматолитами. Стратотипом рифея и его подразделений — протосистем или фитем — является разрез древних свит западного склона Южного Урала. Для отложений среднего рифея в качестве гипостратотипа может быть предложен разрез древних толщ Юдомо-Майского прогиба, в котором содержится наиболее многочисленный и наиболее полно изученный в настоящее время якутский (среднерифейский) строматолитовый комплекс.

ДОКЕМБРИЙ

ТИП СТОЛБЧАТЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Piella Krylov, gr. n.*

Тип группы - *Piella kotuikanica* Kryl., f. n., котуйканская свита рифея, Анабарский массив, р. Котуйкан.

Диагноз. Поперечноребристые субцилиндрические столбики с округлым или овальным поперечным сечением. При ветвлении от основного столбика в стороны и вверх отделяются новые столбики меньшего диаметра. Слои в краевой части столбиков заканчиваются на разном расстоянии от их краев, что придает поверхности ребристый облик, или свисают в виде некрупных кольцевых карнизов.

Сравнение. По характеру бокового ограничения близки к *Kussiella* Kryl., которые встречаются совместно с ними в биогермах, но отличаются формой столбиков и типом ветвистости. По двум последним признакам иногда похожи на *Inzeria* Kryl., от которых отличаются отсутствием нишеподобных углублений в основном столбике и более ребристой боковой поверхностью.

Состав группы. Одна форма.

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей. Котуйканская свита на р. Котуйкан и, возможно, саткинская свита Южного Урала.

Piella kotuikanica Kryl., f. n.

Рис. 32, 33; табл. XVII, 3, 4

Тип формы. ГИН АН СССР, №3867/7, котуйканская свита, Анабарский массив, р. Котуйкан у устья р. Ильи.

Описание. Субцилиндрические столбики, расположенные вертикально или слегка наклонно в пласте. Поперечное сечение округлое, неправильных очертаний. При ветвлении от основного столбика отделяются в стороны и вверх новые более мелкие столбики. Боковая поверхность ребристая, с некрупными кольцевыми карнизами.

Слоистость. Довольно отчетливая. Чередуются слои более светлого и более темного карбоната, иногда неравномерно окрашенные окислами железа. Слои не выдержанные. Иногда это цепочки линз, вытянутых по напластованию. Отдельные слои или их пачки неравномерно раздуваются и выклиниваются, а вышележащие слои "с несогласием" перекрывают эти пачки. Арки пологовыпуклые и уплощенные, с невыдержанной формой.

Структура слоев. Чередуются слои двух типов.

1. Линзы и цепочки линз толщиной 0,1-0,3 мм и длиной до 5-7 мм, сложенные плотным (темным в шлифе) пелитоморфным карбонатом.

2. Они разделяются более светлым зернистым доломитом (размер зерен 0,1-0,2 мм). Зерна, слагающие эти слои, имеют округлую форму. Толщина слоев различна, от долей миллиметра до 1-2 мм. Границы с линзами первого типа резкие.

Вторичные изменения. Линзовидная форма слоев первого типа представляется мне вторичной, связанной с послойным растворением и перекрис-

таллизацией породы. Об этом свидетельствуют редкие случаи, когда можно видеть постепенный переход от сплошного слоя к цепочке линз. Порода разбита трещинами, выполненными светлым кристаллическим кальцитом, а также стилолитовыми и конформными поверхностями растворения.

Замечание. Микроструктура описываемой формы полностью отвечает микроструктуре *Kussiella vittata* Kom., встречающейся в тех же слоях (см. Комар, 1966, стр. 77, табл. VI, 2, 3). Возможно, что обе эти формы входят в единый биогермный ряд.

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей, Нижняя подсвита котуйканской свиты, западный склон Анабарского массива, р. Котуйкан, правый берег в 3 км ниже устья р. Илья.

ТИП СТОЛБЧАТО-ЖЕЛВАКОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Gaia* Krylov, gr. n.

Тип группы - *Gaia irkuskanica*, f. n., бакальская свита, Южного Урала, нижний рифей.

Диагноз. Тесно, практически без промежутков сближенные столбики, срastaющиеся и снова разделяющиеся, которые образуют желваки и биогермы.

Сравнение. Своеобразное строение биогермов выделяет эту группу среди других строматолитов. От *Tinnia* Doln. отличается более четким обособлением столбиков и крупными их размерами.

Состав группы. Одна форма.

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей. Бакальская свита Южного Урала и, возможно, древние толщи Марокко в районе Буазера.

Gaia irkuskanica Krylov, f. n.

Рис. 40; табл. II; табл. XVII, 1, 2

Тип формы. ГИН АН СССР, №3879/1, бакальская свита нижнего рифея Южного Урала, Гаевский карьер в пос. Иркутскан (г. Бакал).

Описание. Биогермы высотой до 1,5–2 м и длиной до 3–4 м, с крупнобугристой поверхностью, сложенные тесно, почти без промежутков сближенными столбиками шириной от 7–8 до 20 см и высотой до 1,5 м. Рост столбиков начинается с тонкой (до 2–3 см) общей корки, на неровностях и буграх которой нарастают столбики. В верхней и краевых частях биогерма столбики срastaются. Ветвления столбиков не наблюдалось.

Слоистость. Нечеткая в связи со значительной перекристаллизацией породы. Слои толщиной до 1–3 мм с нерезкими границами угадываются по чередованию темных и светлых прослоев, сложенных кристаллами кальцита, доломита и сидерита. Слоистость подчеркивается примазками темного (глинистого) вещества и цепочками вытянутых по слою гнезд светлого кристаллического карбоната. Слои сложены неравномернозернистым сидеритизированным доломитом. Наблюдающиеся в шлифах пятна темного и светлого карбоната, вероятнее всего, связаны с перекристаллизацией, и говорить о первичной структуре трудно. Наблюдается отчетливое замещение первичного (?) доломитизированного известняка сидеритом и окислами железа (см. Крылов, 1963, табл. XXXVI, 1).

Геологический возраст и распространение. Нижний рифей. Бакальская свита в Гаевском и Александровском карьерах г. Иркутскан, пос. Бакал, Южный Урал.

ОРДОВИК

ТИП СТОЛБЧАТЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Collumnacollenia* Koroljuk, 1960.

Collumnacollenia: Королюк, 1960, стр. 130

Относительно широкие прямые столбики без облекания, сложенные куполообразно изогнутыми слоями ($h:d = 0,3-0,6$).

Collumnacollenia, f. indet.

Рис. 73; табл. XVIII, 1-3

Описание. Ровные ветвистые столбики, расположенные вертикально в пласте или слегка расходящиеся в стороны. Ширина столбиков до 2-3 см, высота до 10-15 см. Рост постройки начинается от общей пластовой корки или желвака, от которого веером расходятся столбики (см. рис. 73,а). К сожалению, порода, слагающая этот строматолит, разбита многочисленными поверхностями растворения, так что почти не удается видеть естественную поверхность столбиков. Растворение было значительным, не менее нескольких миллиметров, и должно было приводить к заметному искажению и общего облика столбиков, и характера их боковой поверхности. Это не позволяет ни сравнить описываемую форму с какой-нибудь известной группой ветвистых строматолитов, ни выделить в самостоятельную группу.

Растворение значительно искажает и характер слоистости (табл. XVIII, 1, 2). С темными слоями совпадают поверхности конформного растворения, в большом количестве встречаются стилолитовые швы. Светлые слои, заключенные между этими темными прослойками, имеют пятнистую структуру и сложены тонкозернистым карбонатом, который неравномерно окрашен тонко распыленными окислами железа.

Эти трудности не позволяют сформулировать видовые отличия описываемой формы от других коллумнаколлений. Однако я считаю нужным дать описание этого единственного образца, поскольку здесь мы имеем дело с нахождением очень редких в ордовике несомненных столбчатых ветвистых построек.

Местонахождение и возраст. Ордовик. Низы устькутской свиты, р. Лена у пос. Иннях (обр. 3865/36).

ТИП СТОЛБЧАТО-ПЛАСТОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Collumnaefacta* Koroljuk, 1960.

Collumnaefacta: Королюк, 1960, стр. 137

К этой группе И.К. Королюк (1960, стр. 137) относил строматолиты со столбиками, имеющими неровные и нечеткие стенки, сложенными пологовыпуклыми слоями с незначительной выпуклостью арок (отношение высоты к диаметру приблизительно 1:3). Эта группа включалась автором в тип столбчатых строматолитов. Однако большое количество соединительных слоев-мостиков, частые и многократные случаи срастания столбиков позволили С.В. Нужинову (1967, стр. 131) отнести эту группу к типу столбчато-пластовых строматолитов.

Collumnaefacta ilica Krylov, f. n.

Рис. 74; табл. XIX

Тип формы. ГИН АН СССР, №3863/17, правый берег р. Лены в 0,5 км выше дер. Старые Дворы.

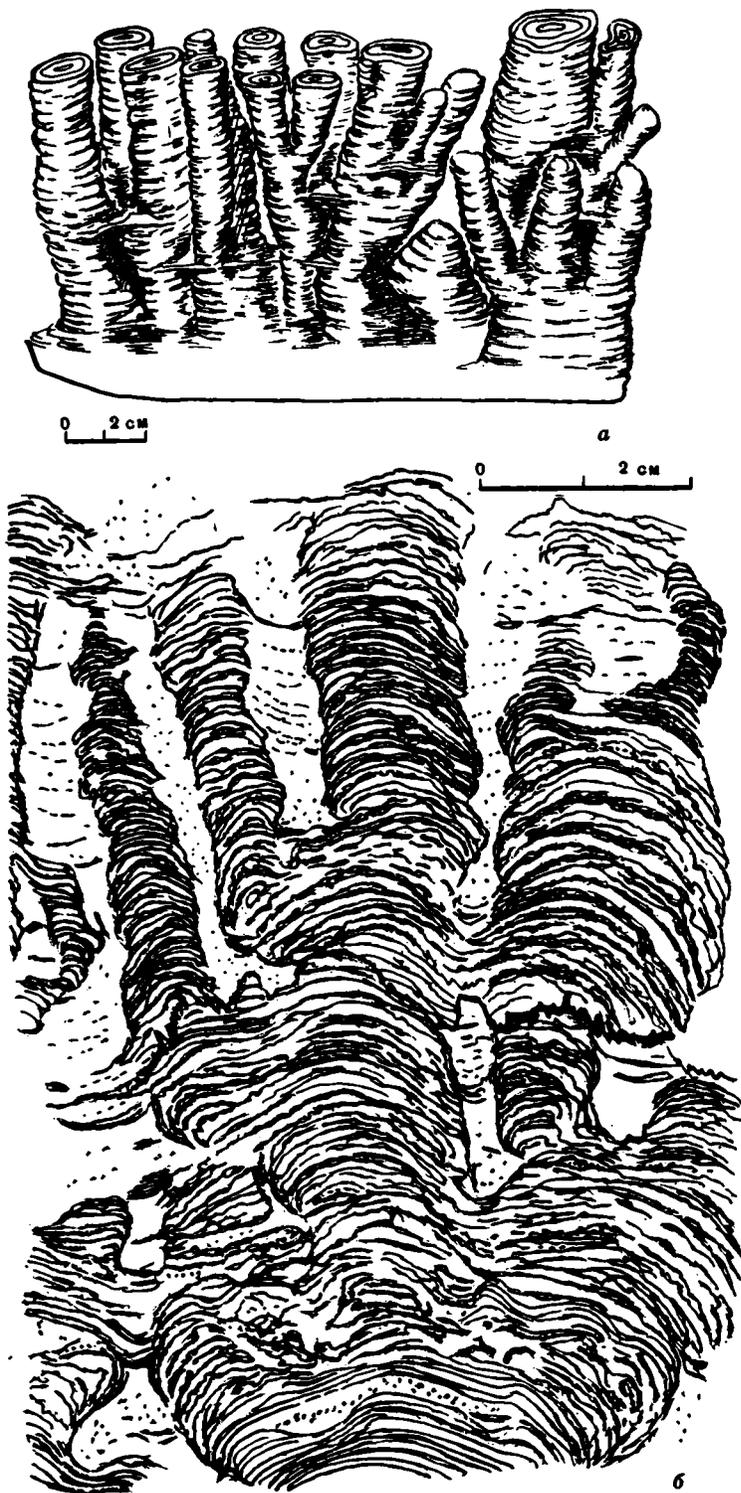


Рис.73. *Columnacollenia* f.indet.

а,б - обр.3865/36; нижний ордовик, устькютская свита; р.Лена у пос. Иннях: а - форма столбиков, б - вертикальное сечение

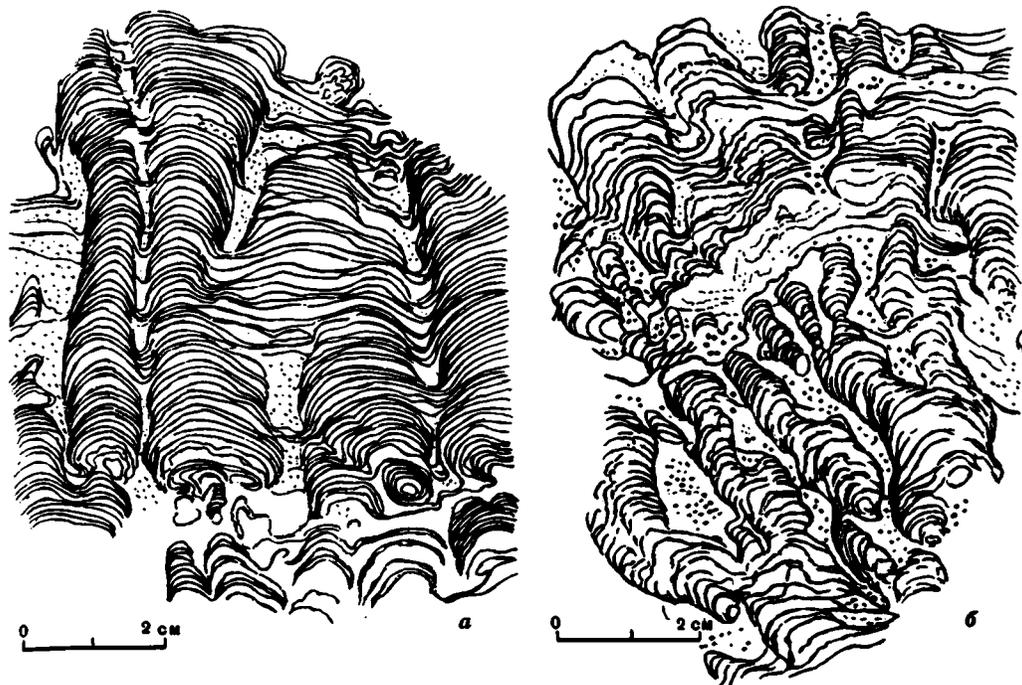


Рис.74. Столбчато-пластовые строматолиты *Collumnaefacta ilica* Kryl. (а) и *Collumnaefacta* sp. (б)

а, б - нижний ордовик, устькутская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы:
а - обр. 3863/26, б - обр. 3863/17

Описание. Постройка представляет собой довольно стройные столбики шириной от 0,8 до 2 см (средний размер около 1 см) и высотой до 10-12 см, имеющие много общих соединительных слоев, срastaющиеся и распадающиеся на обособленные колонки длиной до 5-7 см. На этих отрезках столбики имеют четкие ровные контуры (однослойная стенка, по терминологии Королюк).

Слоистость. Четкая. Чередуются очень тонкие нитчатые прослои плотного более темного карбоната, являющиеся стенкообразующими, и более толстые (до 0,7-0,8 мм) слои мелкозернистого светлого карбоната. Светлые слои имеют линзовидную форму.

Форма арок. Слои изогнуты в общем полого куполовидно с отношением высоты к диаметру в среднем 1:3. В более широких участках столбиков слои менее выпуклы, в узеньких столбиках выпуклость увеличивается.

Структура слоев. Строматолиты сложены коричневато-серым и желтовато-серым доломитизированным известняком. Можно выделить два типа слоев.

1. Тонкие (до 0,1 мм) четкие слои, сложенные очень тонкозернистым карбонатом. Они выглядят в шлифе как сплошные нитчатые полоски. Иногда несколько таких слоев сближается, но слияния их не происходит.

2. Линзовидные более светлые слои, сложенные однородным тонкозернистым карбонатом. Размер зерен редко превышает 0,1-0,2 мм. Зерна округлые или имеют форму неправильных многоугольников. В отдельных участках, очевидно вследствие перекристаллизации, зерна становятся более крупными и светлыми, а темные частицы как бы споняются к верхнему и нижнему краям слоев. В образце видна незначительная разница в окраске слоев - более желтые слои чередуются с коричневато-серыми. В шлифе разные слои отличаются только размером зерен.



Рис.75. Столбчато-пластовые постройки *Collumnaefacta* sp.

а-в - нижний ордовик, устькютская свита; р.Лена у дер.Старые Дворы: а - обр. 3863/9, б - обр.3863/5, в - обр. 3863/27

Сравнение. От *C. elongata* Korol. отличаются более четкой слоистостью и большей выдержанностью темных слоев. Этот признак сближает их с *C. schancharia* Korol., но *C. ilica*, f. n. имеет более ровные столбики, большую выдержанность формы арок и более ровное боковое ограничение.

Примечание. Совместно с *C. ilica*, f. n. встречаются столбчато-пластовые постройки иной морфологии (рис. 74,б; рис. 75). Их тоже можно отнести к группе *Collumnaefacta*, но данных для выделения самостоятельного нового формального вида пока недостаточно.

Геологический возраст и распространение. Нижний ордовик. Основание устькютской свиты, бассейн р. Лены ниже г. Киренска.

ТИП ЖЕЛВАКОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Colleniella* Koroljuk, 1960

Colleniella: Королюк, 1960, стр. 125

Округлые постройки, в пределах которых слои образуют мелкие бугры.

Colleniella uzorica Krylov, f. n.

Рис. 76; табл. XX

Тип формы. ГИН АН СССР, №3863/14, правый берег р. Лены в 0,5 км выше дер. Старые Дворы.

Описание. Желвакообразные постройки диаметром от 5-7 до 25-30 см, имеющие в общем округлую форму, иногда с буграми на поверхности. Высота построек от 4-5 до 20-25 см. Рост начинается от корки, покрывающей участ

ток дна водоема (галька, выступ на грунте). Первые слои повторяют рельеф субстрата, а затем вырабатывают собственный рельеф, характеризующийся наличием достаточно выдержанных куполов, иногда сильно выпуклых (см.рис. 66,г).

Слоистость четкая. Чередуются тонкие нитчатые прослои плотного более темного карбоната и менее выдержанные по толщине более широкие, иногда линзовидные прослои более светлого мелкозернистого карбоната.

Структура слоев. Выделяются слои трех типов (табл. XX).

1. Тонкие (до 0,1 мм) выдержанные четкие слои, сложенные очень тонкозернистым карбонатом, имеющие в шлифе вид нитчатых полосок, иногда сливающихся, иногда расходящихся узким пучком.

2. Тонкие (0,1-0,5 мм) более светлые однороднозернистые слои, разделяющие слои первого типа. Иногда они имеют выдержанную толщину, но чаще имеют вид линзочек, заключенных между темными нитчатыми прослоями. Они сложены зернистым карбонатом с равномерно распределенным темным (глинистым ?) веществом.

3. Более толстые (до 2-3 мм) светлые линзовидные слои, сложенные карбонатом с сетчатой структурой. Темноцветные компоненты группируются в виде кустиков и цепочек, разделяясь светлым зернистым карбонатом (табл. XX, 3).

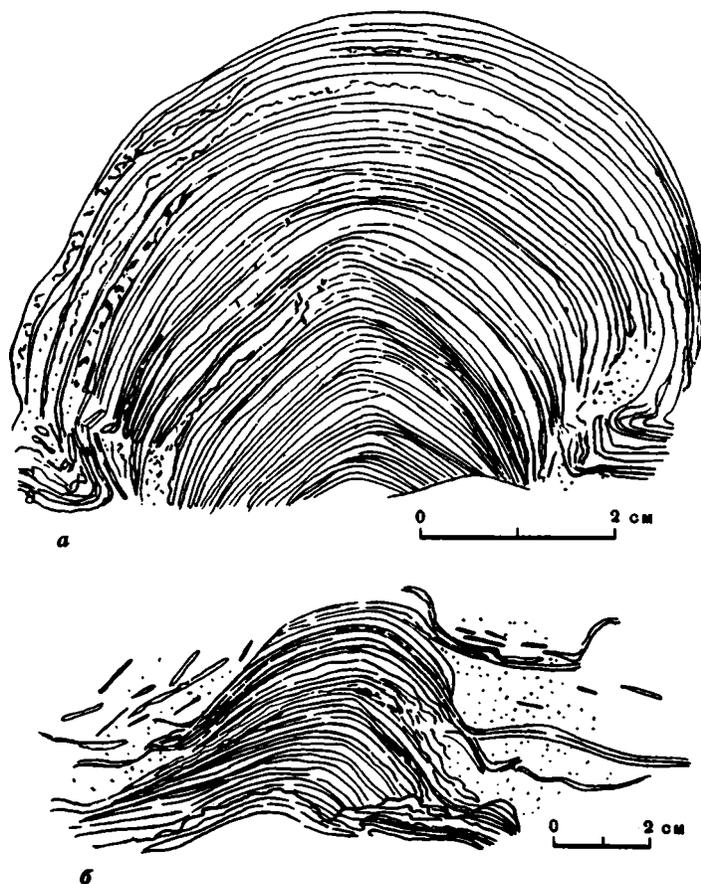


Рис.76. Желваковые строматолиты *Colleniella uzonica* Kryl. Ордовик

а - устькютская свита; бассейн р.Лены у дер. Старые Дворы. б - ордовикские отложения бассейна р.Мойеро (коллекция М.Н.Чугаевой)

а - обр.3863/14, б - обр.6406/2

Примечание. Постройки *Colleniella* в ордовикских отложениях р. Лены могут встречаться обособленно, а могут служить как бы ядрами, на которые нарастают корки, сложенные морфологически иными постройками – столбчато-пластовыми, пластовыми или столбчатыми.

Геологический возраст и распространение. Нижний ордовик. Основание устькутской свиты р. Лены у дер. Старые Дворы (обр. 3863/14) и р. Мойеро (обр. 6406/2, сборы М.Н. Чугаевой).

ДЕВОН

ТИП СТОЛБЧАТО-ПЛАСТОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Collumnaefacta* Kjerfjulk, 1960

Collumnaefacta devonica Krylov, f. n.

Рис. 77, 78; табл. IX, 3,4

Голотип. ГИН АН СССР №3872/18, эйфельский ярус, БССР, Червенская площадь, скв. 132, глубина 129–132 м (коллекция И.А. Кожемякиной).

Описание. Ровные вертикально ориентированные столбики, соединенные общими слоями-мостиками, срastaющиеся и снова обособляющиеся. Высота (в пределах образца) до 20 см, максимальная высота обособленных колонок до 10 см, ширина колонок до 5 см. Они сложены куполоподобно изогнутыми слоями с отношением высоты к диаметру до 1:2 (в узких столбиках). В краевой части обособленных колонок слои облекают боковую поверхность столбиков, образуя отчетливую стенку.

Слоистость. Довольно отчетливо видна в образцах и менее четко – в шлифах. Обусловлена она чередованием более однородных светлых и пятнистых темных прослоев. В образцах слоистость подчеркивается кавернозностью: выщелачиваются участки более пористых пятнистых слоев.



Рис. 77. Столбчато-пластовые строматолиты *Collumnaefacta devonica*, f. n.; обр. 3872/5; эйфельские отложения; БССР, скважина Вильчицы (коллекция И.А. Кожемякиной)

Рис. 78. *Collumnaefacta devonica*, f. n.; обр. 3872/22; эйфельские отложения; БССР, Червенская площадь, скв. 147 (коллекция И. А. Кожемякиной)

Структура слоев. Преобладают слои с губчатой структурой. Тонкие (0,05–0,2 мм) светлые каналы разделяются участками темного зернистого карбоната. Границы этих каналов нечеткие, расплывчатые, что в значительной степени связано с перекристаллизацией: участки, сложенные прозрачным кальцитом, выглядят в шлифе центрами, от которых разрастались зерна. Но общий пористый, губчатый облик структуры виден довольно отчетливо (табл. IX, 3, 4).

Сравнение. От других форм группы отличается специфической губчатой структурой слоев.

Геологический возраст и распространение. Девон. Постройки *Collumnaefacta devonica*, f. n. встречаются в эйфельских отложениях БССР в пределах Червенской площади в скв. 123 (интервал 129–132 м), в скв. 113 (166–169 м), в скв. 147 (168–173 м), в скв. 110 (160–165 м) и в скважине Вильчицы (310–315 м).



0 1 2 см

КАРБОН

ТИП СТОЛБЧАТО-ПЛАСТОВЫЕ СТРОМАТОЛИТЫ

Группа *Collumnaefacta* Koroljuk, 1960

Collumnaefacta erica Kryl., f. n.

Рис. 68; табл. X

Тип формы. ГИН АН СССР, №3861/52, турне, Казахстан, хр. Каратау, район пос. Кантемировка (коллекция Э. С. Кичмана).

Описание. Вертикальные или слегка наклоненные столбики шириной до 5–7 см и высотой до 12 см, сложенные выпуклыми слоями с отношением высоты купола к диаметру 1:3–1:4. Большинство слоев, облекая столбик и спускаясь в межстолбиковую ложбинку, переходит на следующий столбик. Срастание и распадение столбиков наблюдаются редко.

Слоистость. Чередуются слои светло-серого зернистого карбоната толщиной до 0,5 мм с прослоями серого сгусткового карбоната и тонкими (до нитчатых) слоями темно-серого карбоната.

Форма арок. Слои изогнуты куполовидно. Иногда наблюдается их слабая волнистость.

Структура слоев. Выделяется три типа слоев.

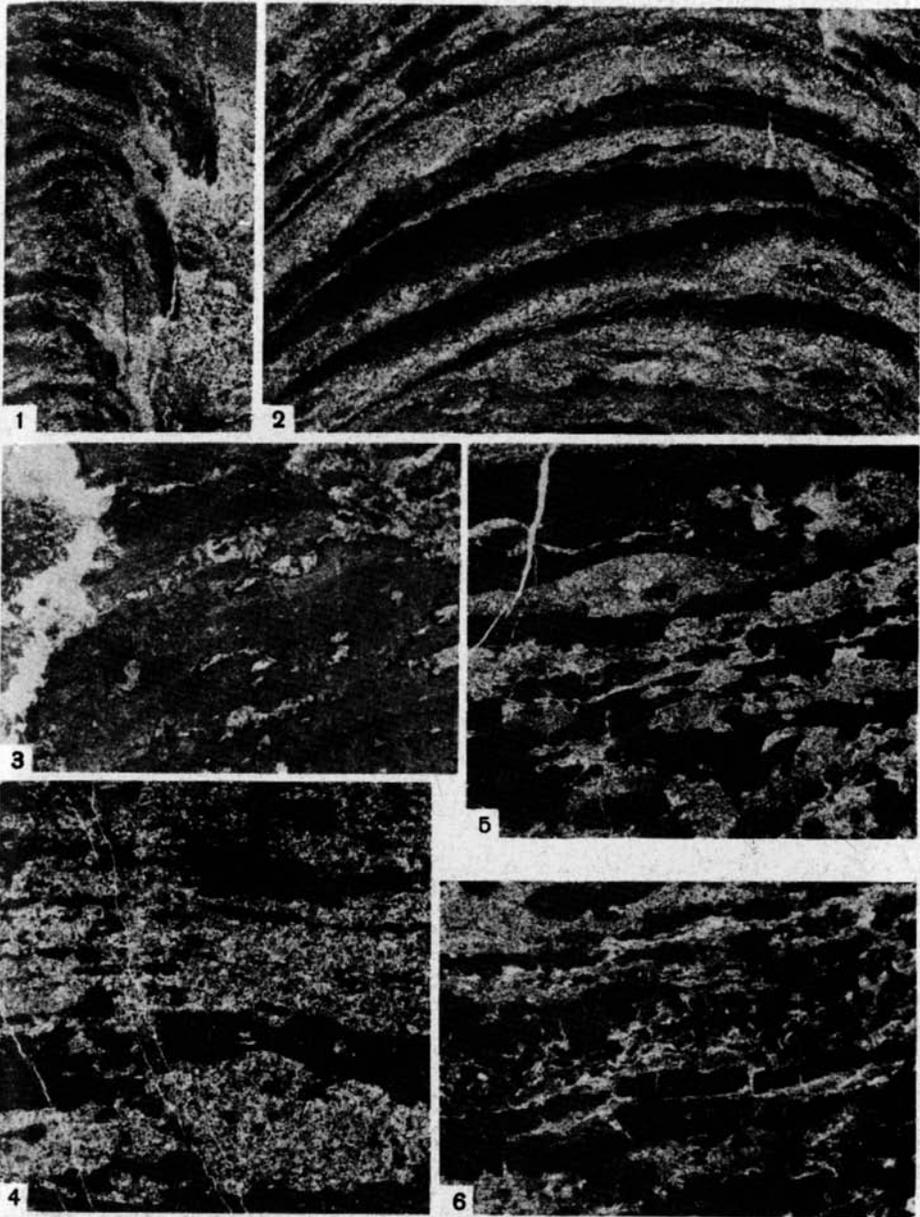
1. Слои со сгустковой структурой. В светлом зернистом карбонате размещены темно-серые сгустки с нечеткими контурами округлых очертаний, диаметром до 0,1 мм. Иногда они группируются в подобие кустиков или цепочек, но часто бессистемно расположены в слое.

2. Эти слои разделяются светлым зернистым известняком, состоящим из крупных (до 0,3–0,5 мм) кристаллов кальцита угловатых очертаний.

3. Тонкие, до нитчатых (до 0,05–0,07 мм), темные прослой, сложенные пелитоморфным карбонатом с глинистым веществом. Они лучше выражены в центральной части столбиков и более расплывчаты у их краев.

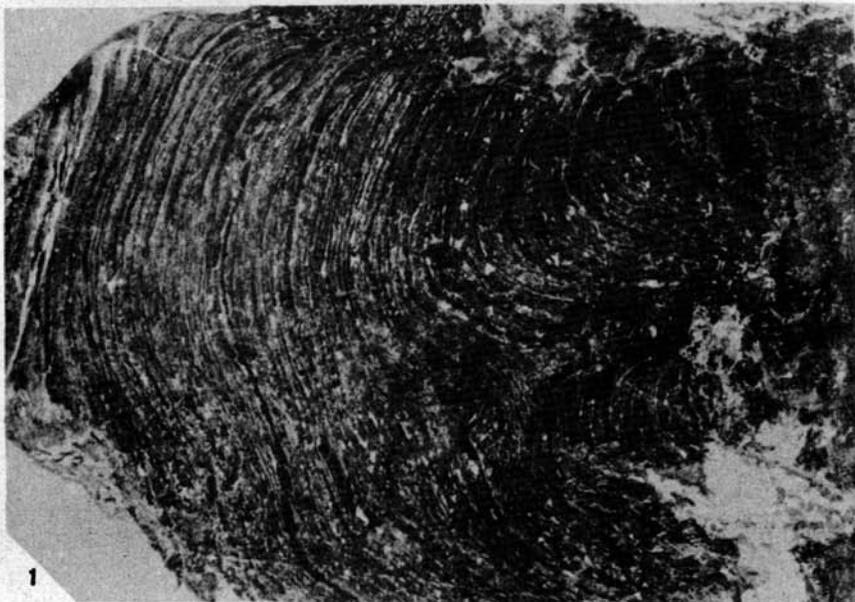
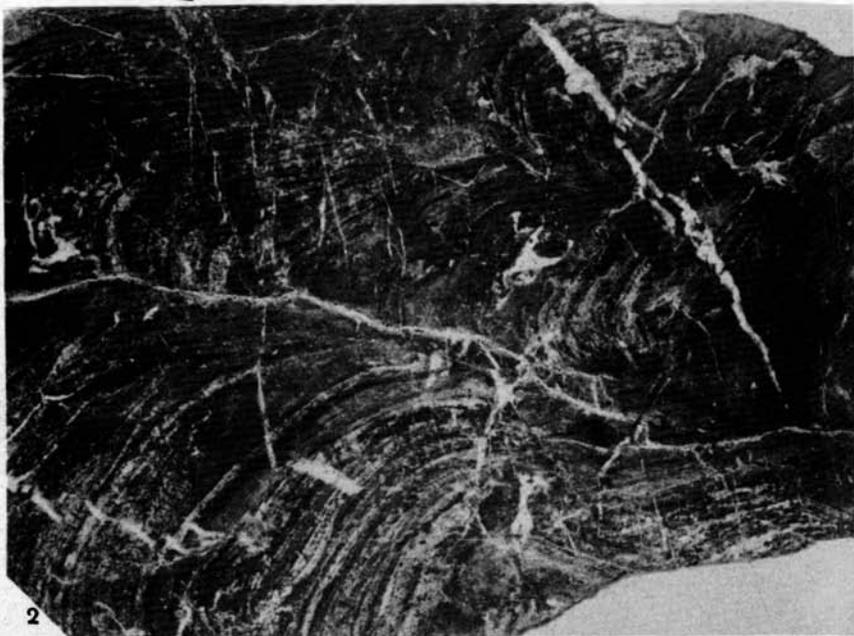
Сравнение. От других форм группы *Collumnaefacta* отличается относительно крупными постройками, большим количеством общих слоев (в образцах практически отсутствуют обособленные колонки) и своеобразной структурой.

Геологический возраст и распространение. Верхний турне. Казахстан, хр. Каратау в районе пос. Кантемировка (материалы Э.С. Кичмана).



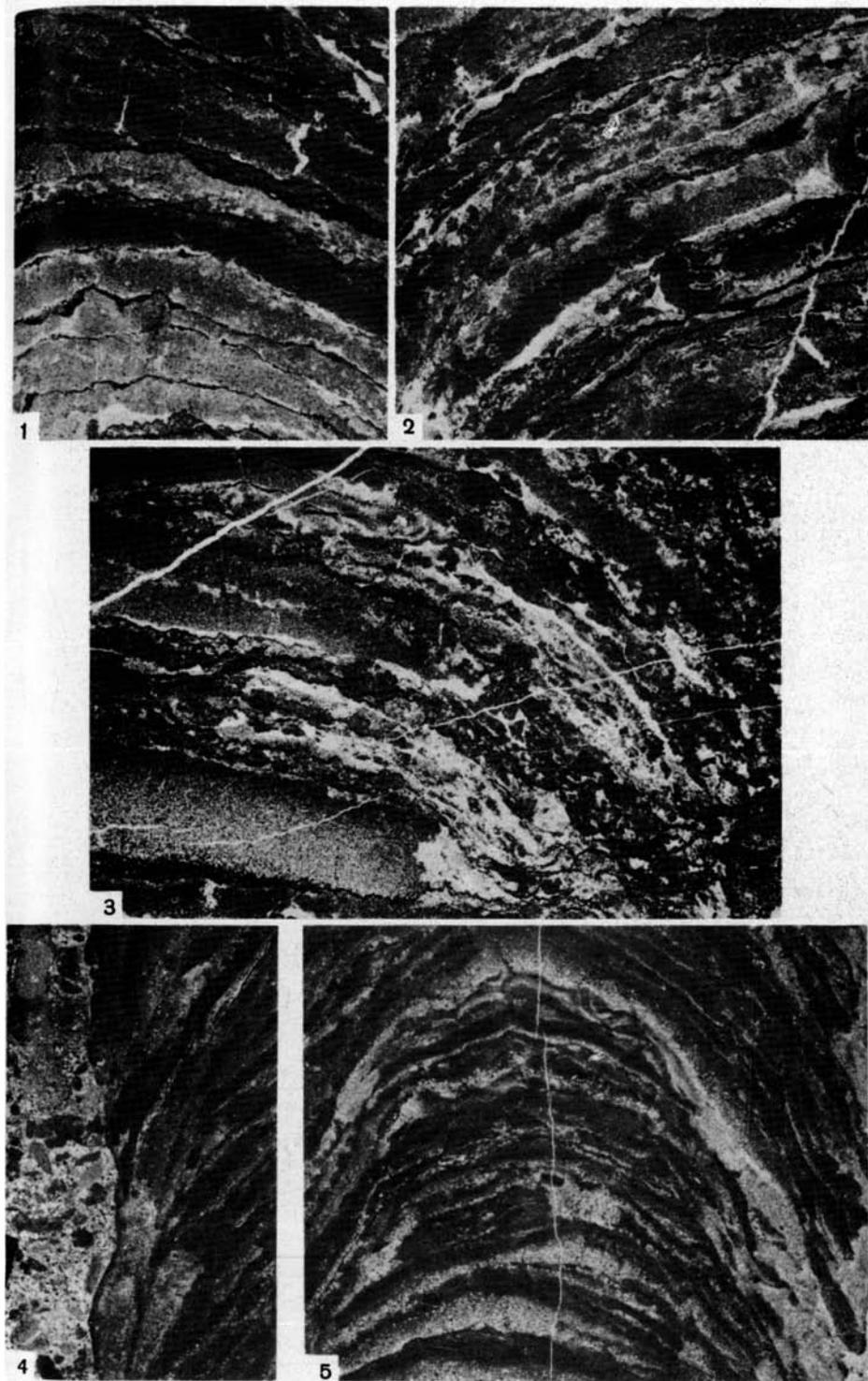
Характер бокового ограничения (1) и текстура строматолитовых слоев (2-6).
Увеличено в 8 раз

1,2 - *Kussiella kussiensis* (Masl.) Kryl.; нижний рифей, саткинская свита;
Южный Урал, район ст.Бердяуш. 3-6 - *Baicalia baicalica* (Masl.) Kryl.; сред-
ний рифей, авзянская свита; Южный Урал, район пос.Верхний Авзян



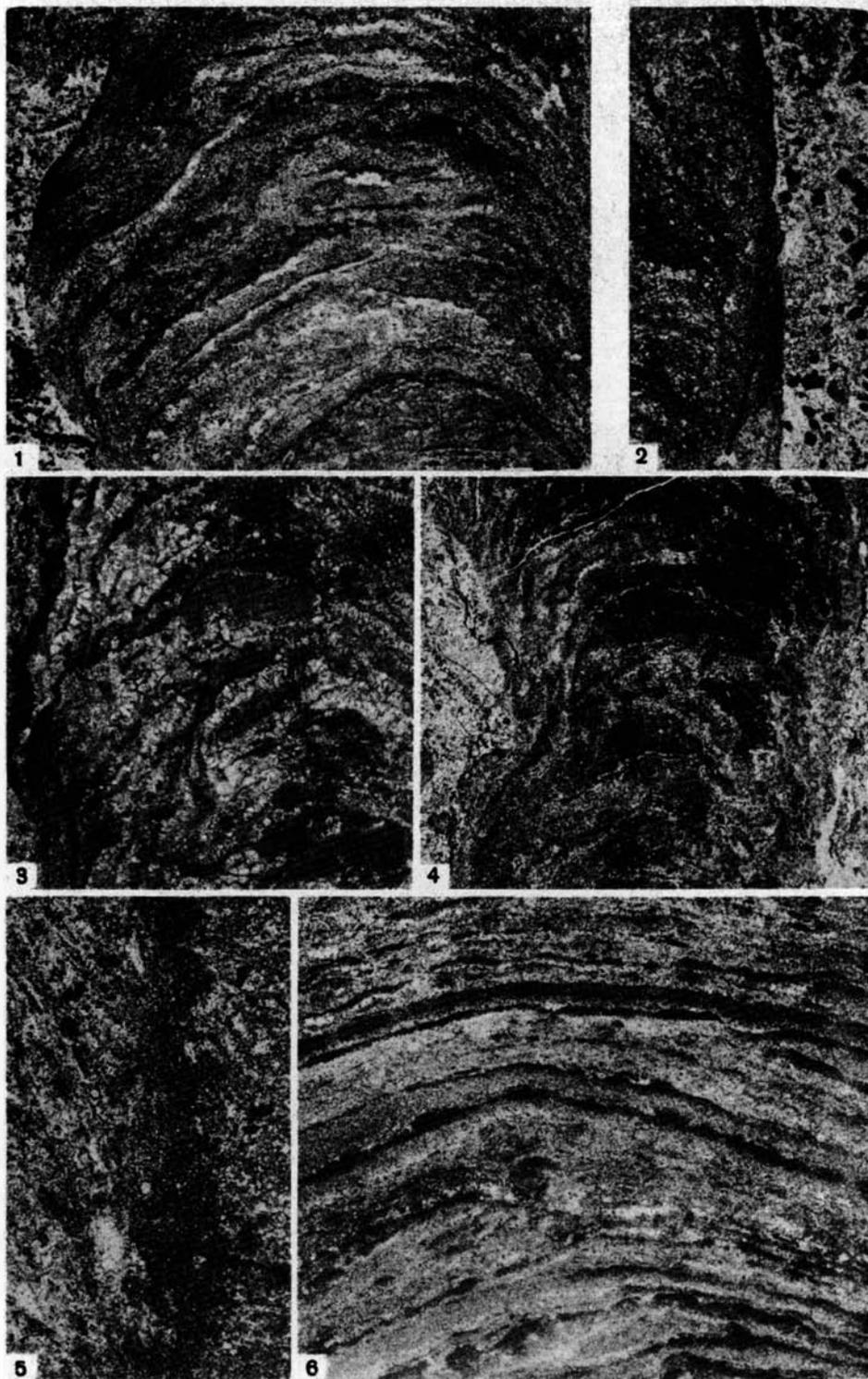
Столбчато-желваковые строматолиты *Gaia irkuskatica* Kryl., f.n.

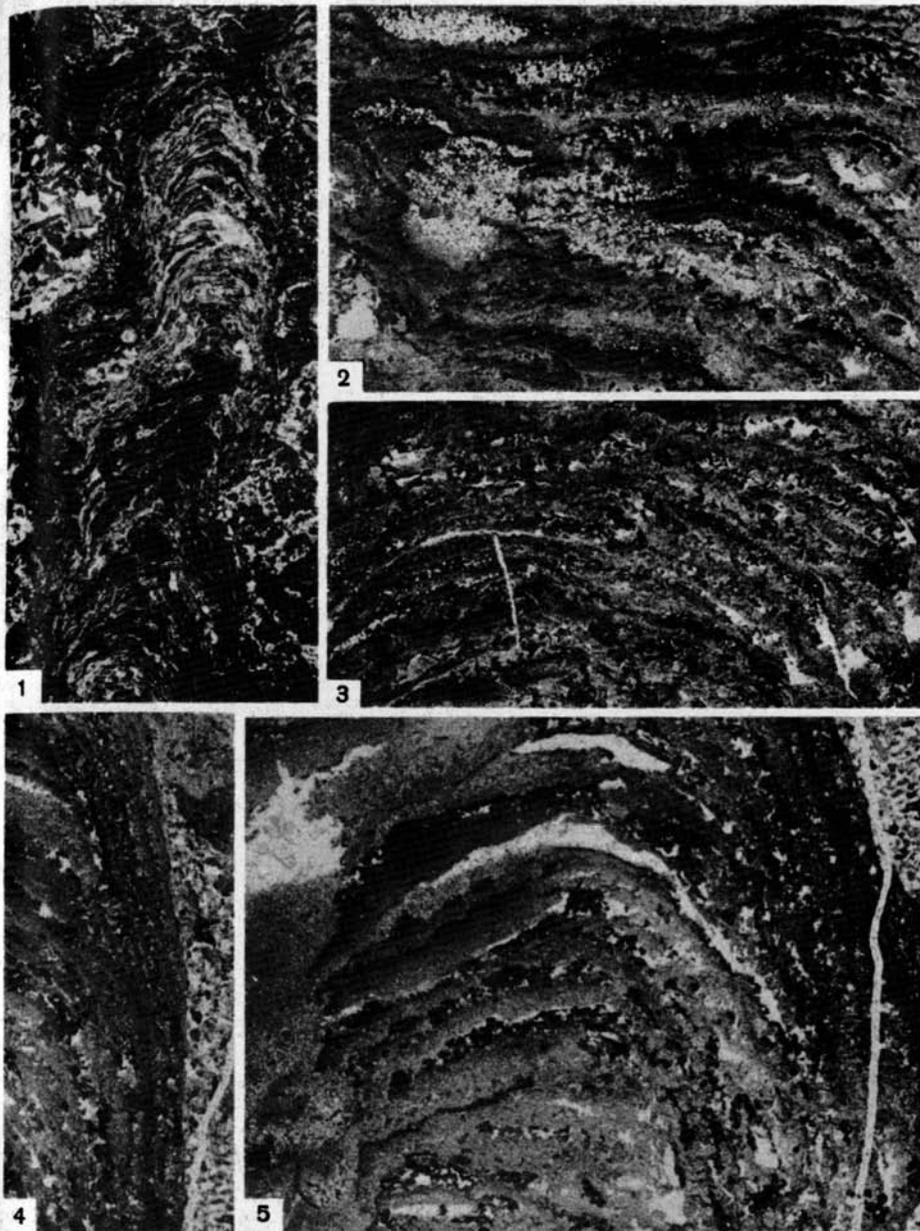
1 - нижний рифей, гаевский горизонт бакальской свиты; Южный Урал, пос.Бакал, Гаевский карьер. 2 - нижний рифей (?); Марокко, район Буазера (коллекция А.И.Тугаринова)



Inzeria tjomusi Kryl. (1-3) и *Jurusania cylindrica* Kryl. (4,5); верхний рифей, катавская свита; Южный Урал. Увеличено в 4 раза

1-3,5 - структура слоев; 4 - боковое ограничение. 1-3 - р.Инзер у пос. Ассы; 4-5 - район дер.Екатериновка





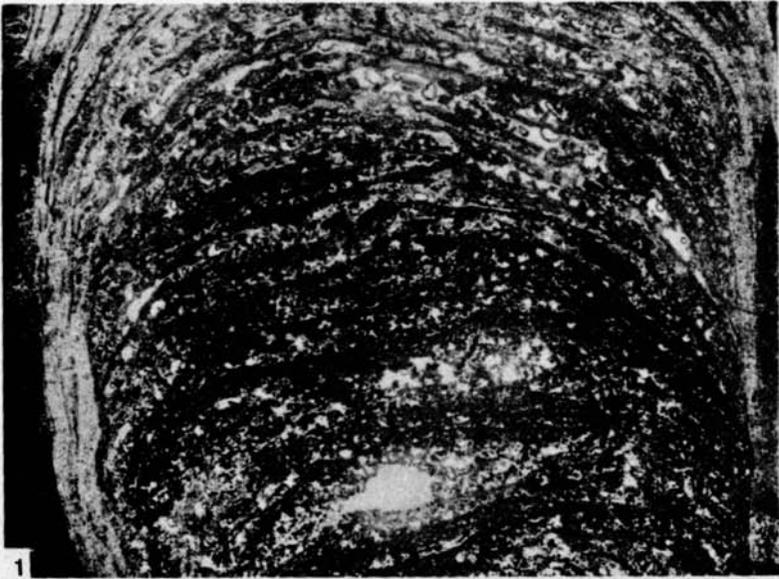
строматолиты вендского (юдомского) комплекса. Увеличено в 4 раза

1 - *Patomia ossica* Kryl; переходная пачка в основании жербинской свиты; Лена против устья р. Б.Патом. 2-5 - укская свита; Южный Урал: 2,3 - *Linella simica* Kryl., район ст.Шубино; 4,5 - *Linella ukka* Kryl., район пос.Кулмас

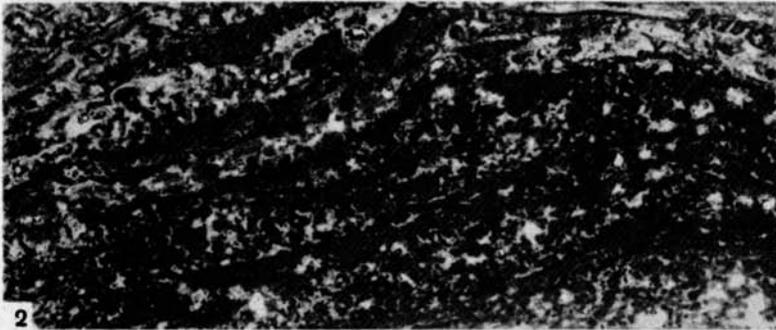
таблице IV. Верхнефейские строматолиты, Южный Урал. Увеличено в 4 раза

1,2 - *Gymnosolen ramsayi* Steinm.; 3 - *Katavia karatavica* Kryl.; 4 - *Gymnosolen levis* Kryl.; 5,6 - *Minjaria uralica* Kryl.

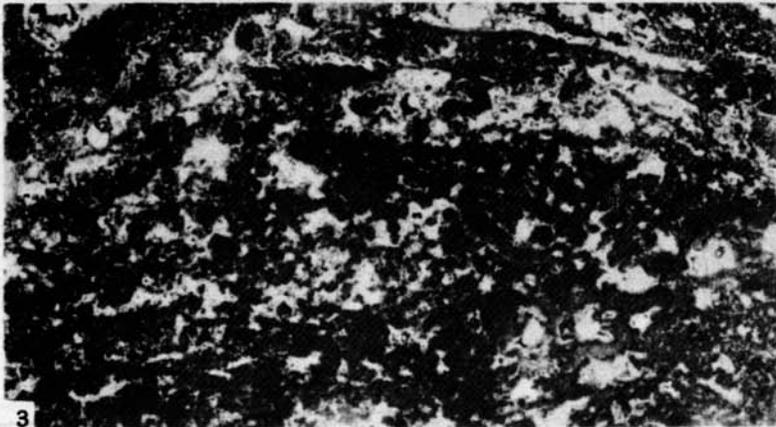
1-6 - миньярская свита: 1-3 - район г.Миньяр, 4 - р. Б.Инзер, 5,6 - район ст. Сулея



1



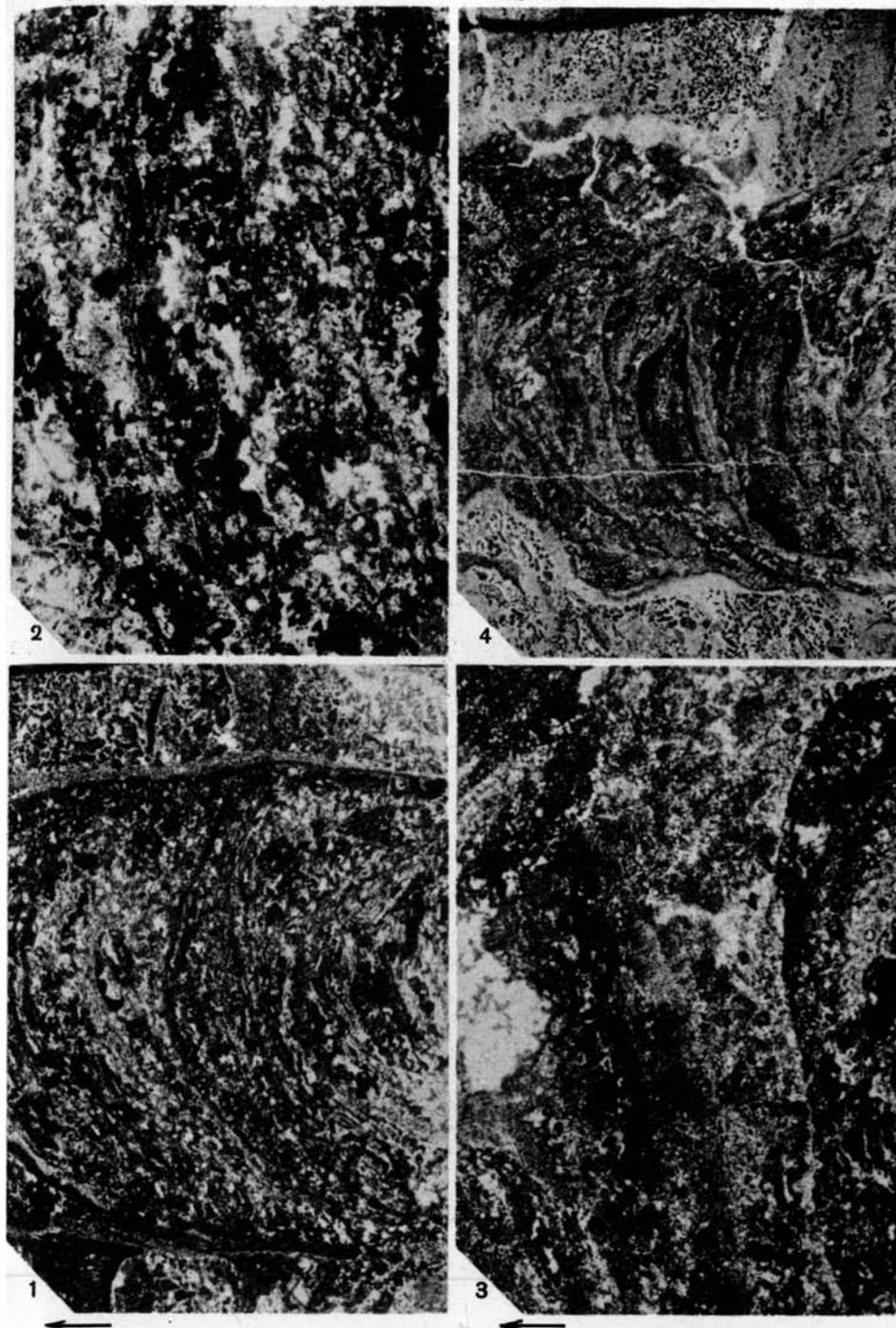
2



3

Ilicta composita Sid.; обр. 3865/49; нижний кембрий, верхняя часть юдейской свиты; р.Олекма у Юдейских скал

1 - боковое ограничение и общий вид слоистости; увеличено в 4 раза.
2,3 - текстура: 2 - увеличено в 8 раз, 3 - увеличено в 16 раз



1,2 - *Hicta composita* Sid., топотип; обр. 3873/1; нижний кембрий, введенская свита Прибайкалья; р.Иликта: 1 - общий вид слоистости и боковое ограничение, увеличено в 4 раза; 2 - текстура, увеличено в 16 раз.

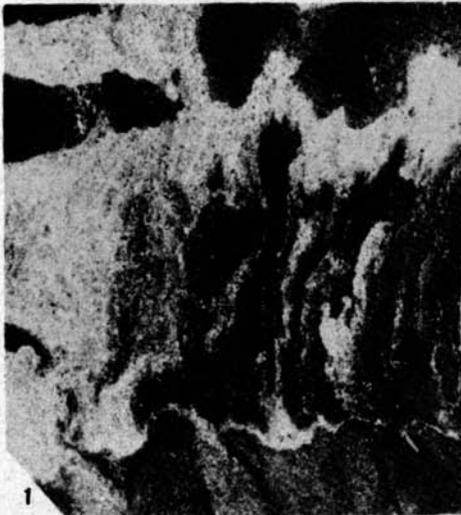
3,4 - *Tunicata noctuica* Sid.; обр. 3865/8; пестроцветная свита нижнего кембрия у пос.Нохтуйск: 4 - боковое ограничение и общий вид слоистости, увеличено в 5 раз; 3 - текстура, увеличено в 16 раз



2



4



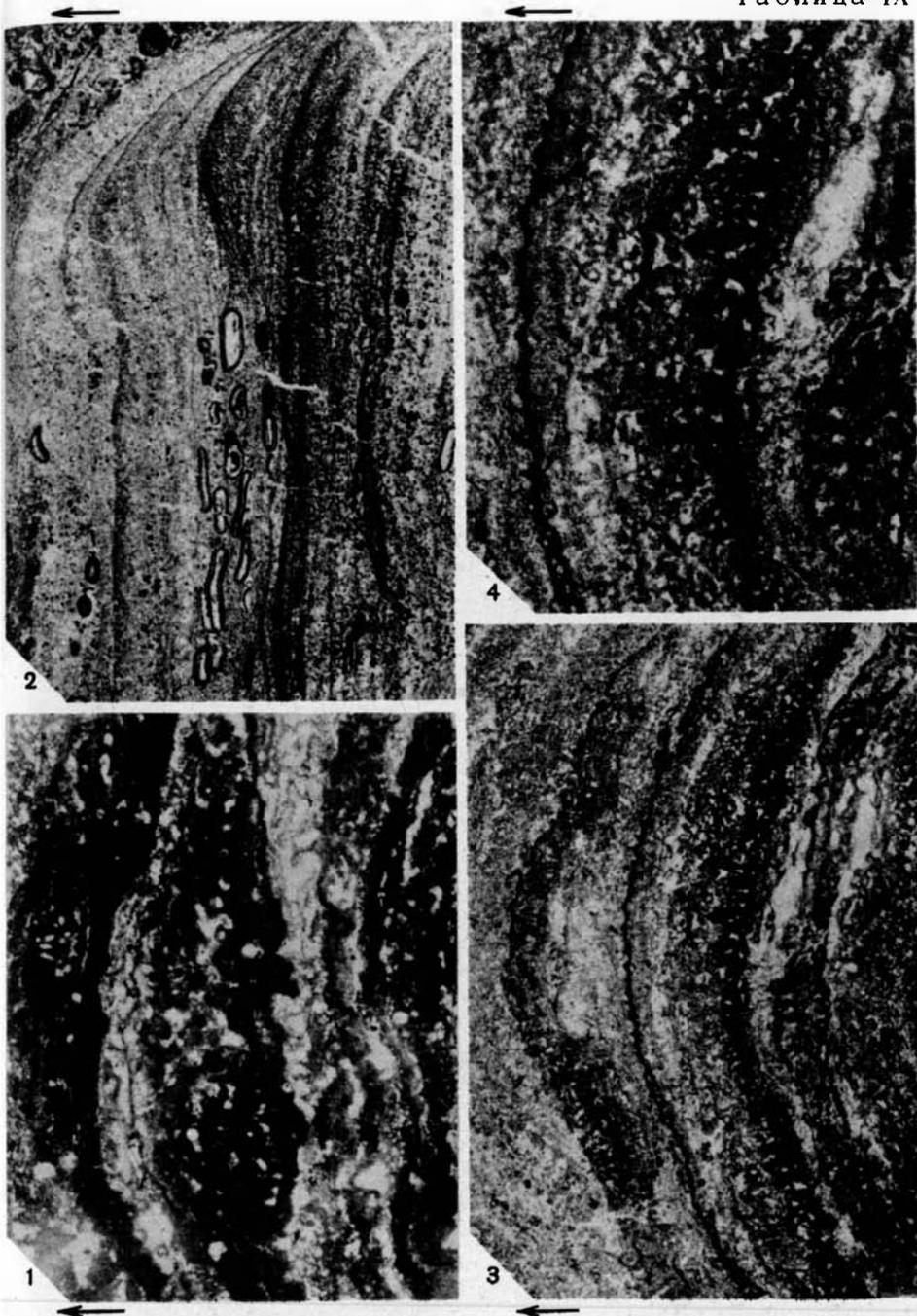
1



3

Нижнекембрийские строматолиты из пестроцветной свиты в районе пос.Нох-
туйск

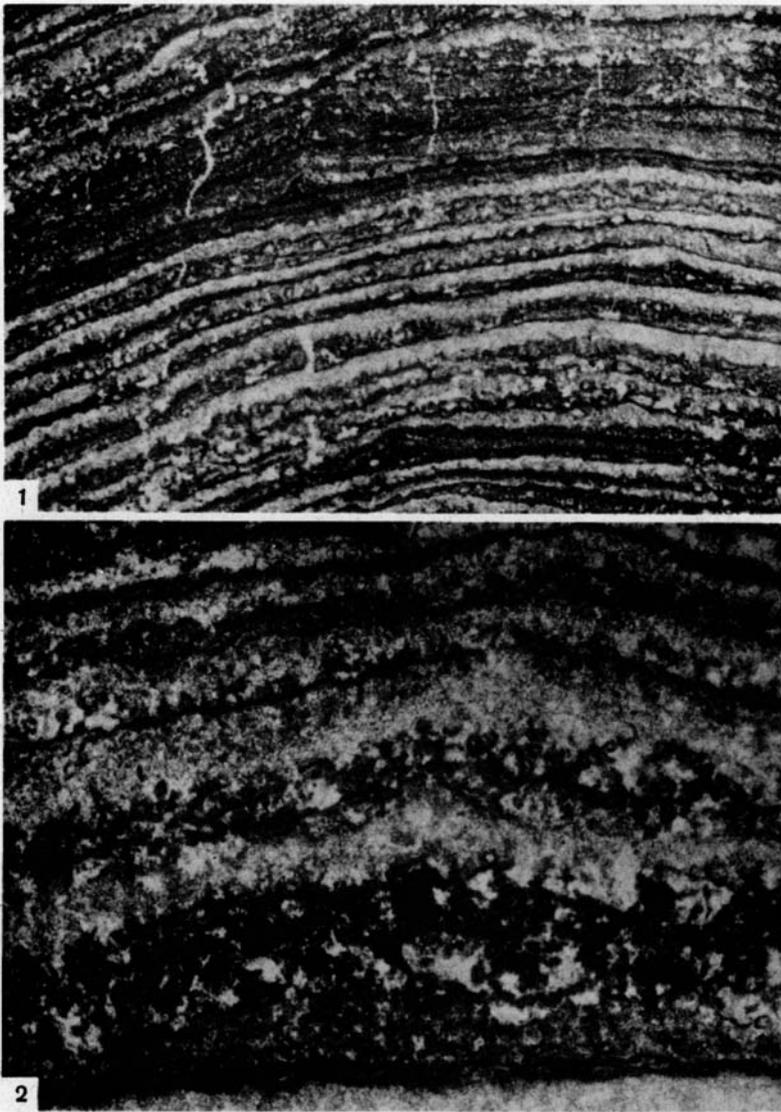
1,2 - *Parmites victoris* Sid.; обр. 3865/10: 1 - общий вид слоистости
и боковое ограничение, увеличено в 4 раза; 2 - текстура, увеличено в 8 раз;
3,4 - *Tunicata noctuica* Sid., обр. 3865/4: 3 - общий вид слоистости, уве-
личено в 8 раз; 4 - текстура, увеличено в 16 раз



Структуры девонских строматолитов

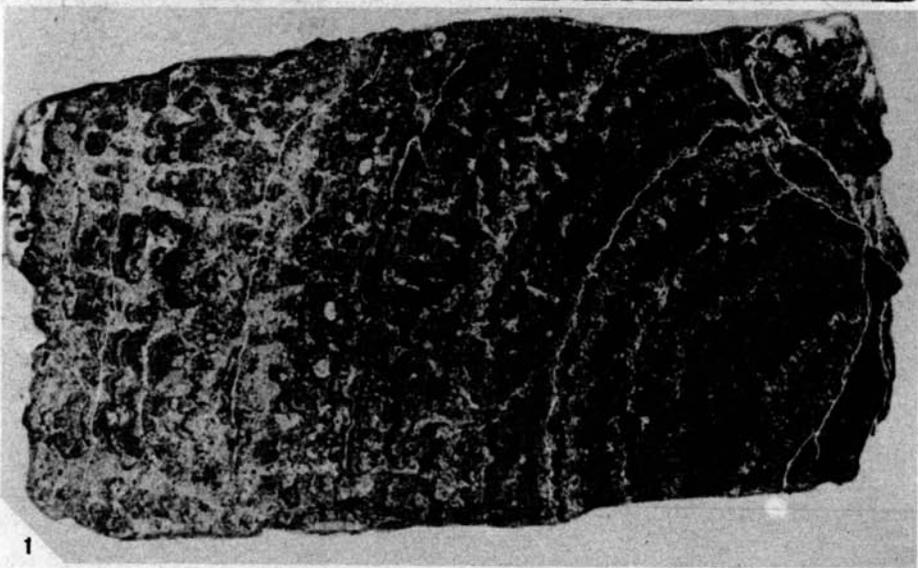
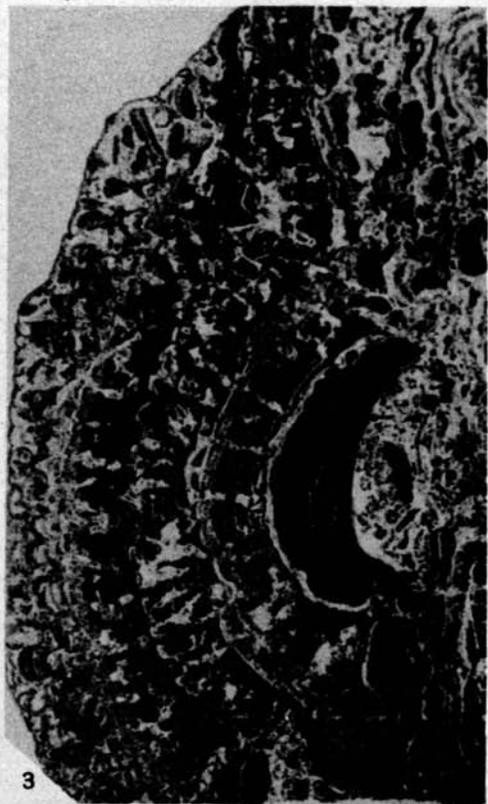
1 - сгустковая структура в неопределимом строматолите, обр. 3872/23;
 2 - строматолитовая слоистость с включениями раковинок остракод и онколитов, обр. 11-14-А, данково-лебедянские слои, коллекция С.Н.Серебрякова;
 3,4 - губчатая структура строматолитов *Collumnaefacta devonica* Kryl., обр. 3872/18

1,3,4 - эйфельский ярус; БССР, Червенская площадь (коллекция И.А.Кожмякиной). Увеличение: 1,4 - в 16 раз, 2,3 - в 8 раз



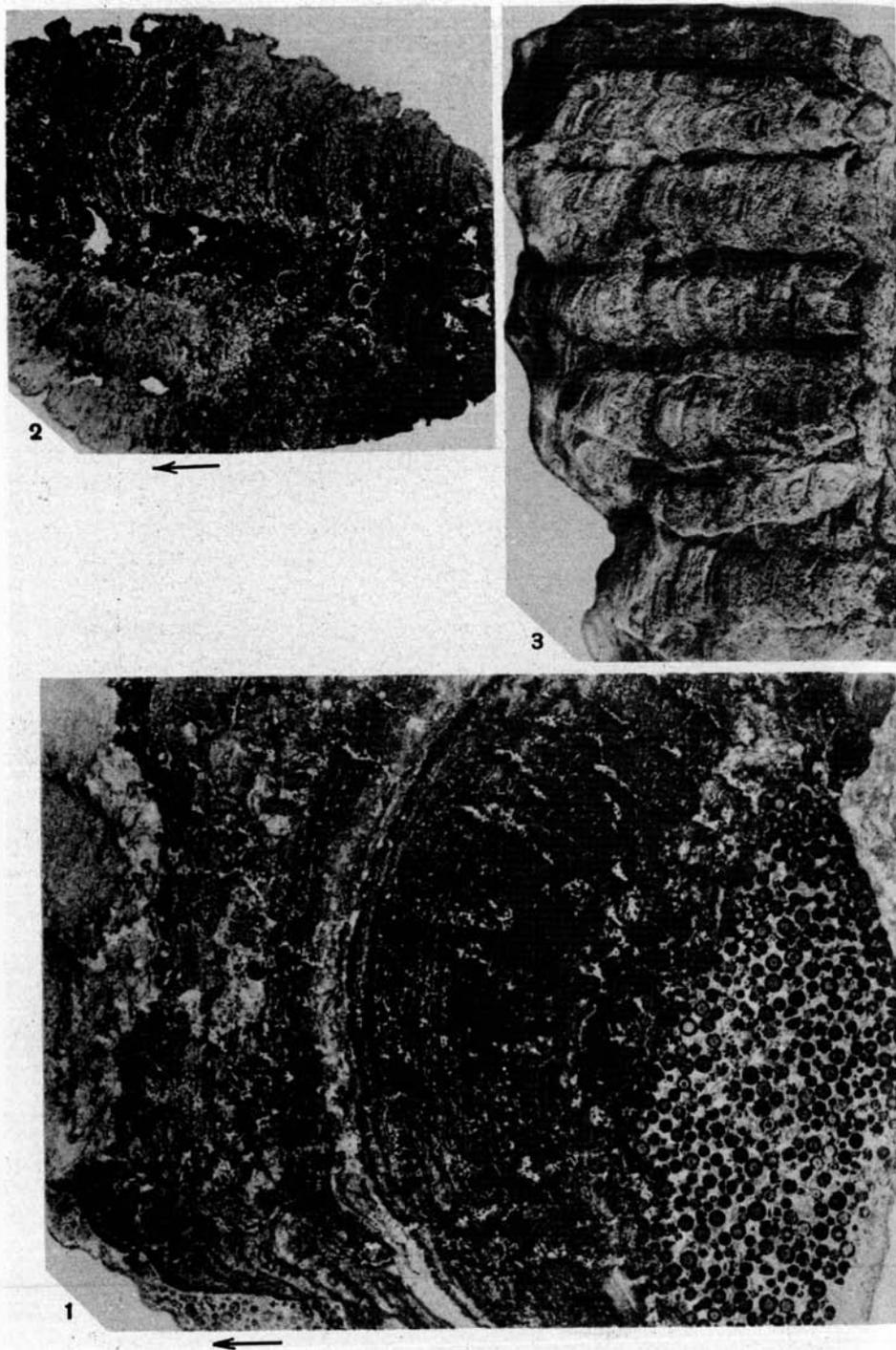
Текстура строматолитов *Collumnaefacta erica* Kryl.

1,2 - обр. 3861/5; турнейские отложения; хр.Каратау. Увеличение: 1 - в 8 раз, 2 - в 16 раз



Gouldina magma Johns. (1), *Stylophycus calcarius* Johns. (2) и *S. radiatus* Johns. (3) из каменноугольных (пенсильванских) отложений Колорадо, США, по Д. Джонсону (Johnson, 1940)

1,3 - нат.вел.; 2- уменьшено на 1/3

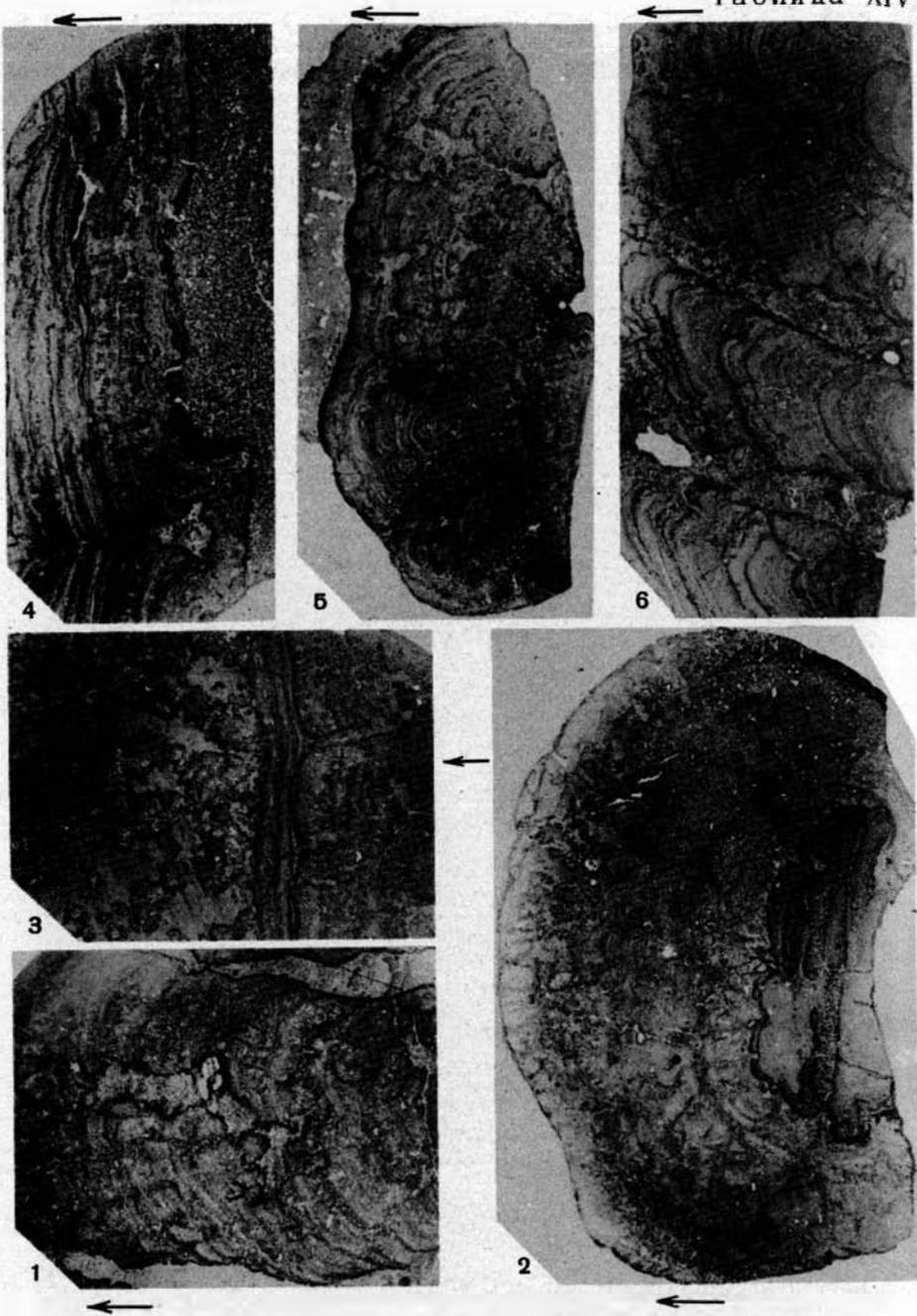


Триасовые строматолиты из Центральной Европы, по Е.Кальковскому (Kalkovsky, 1908)

1,3 - нат.вел.; 2 - увеличено в 3 раза

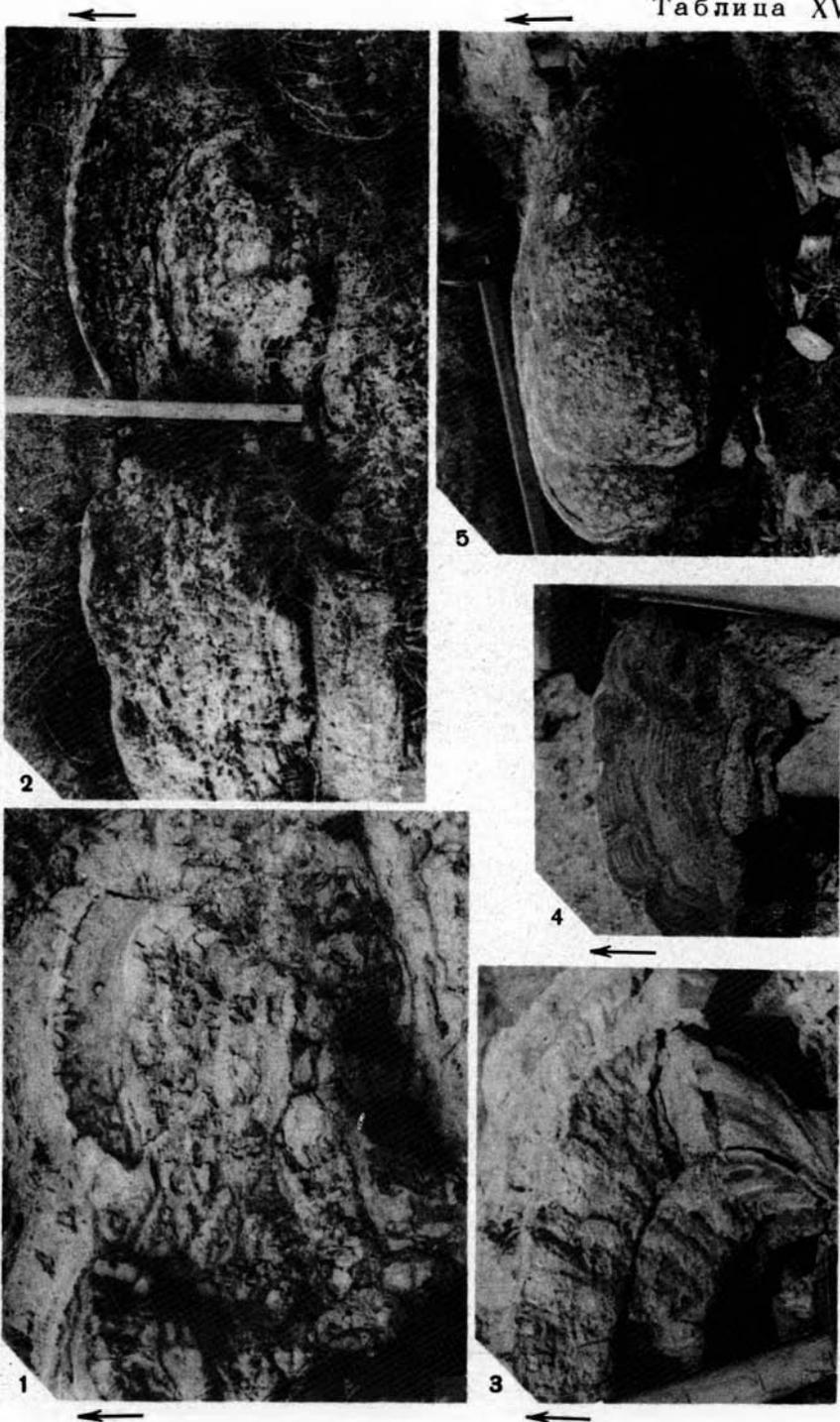


Триасовые строматолиты из Центральной Европы, по Е.Кальковскому (Kalkowsky, 1908). Нат. вел.



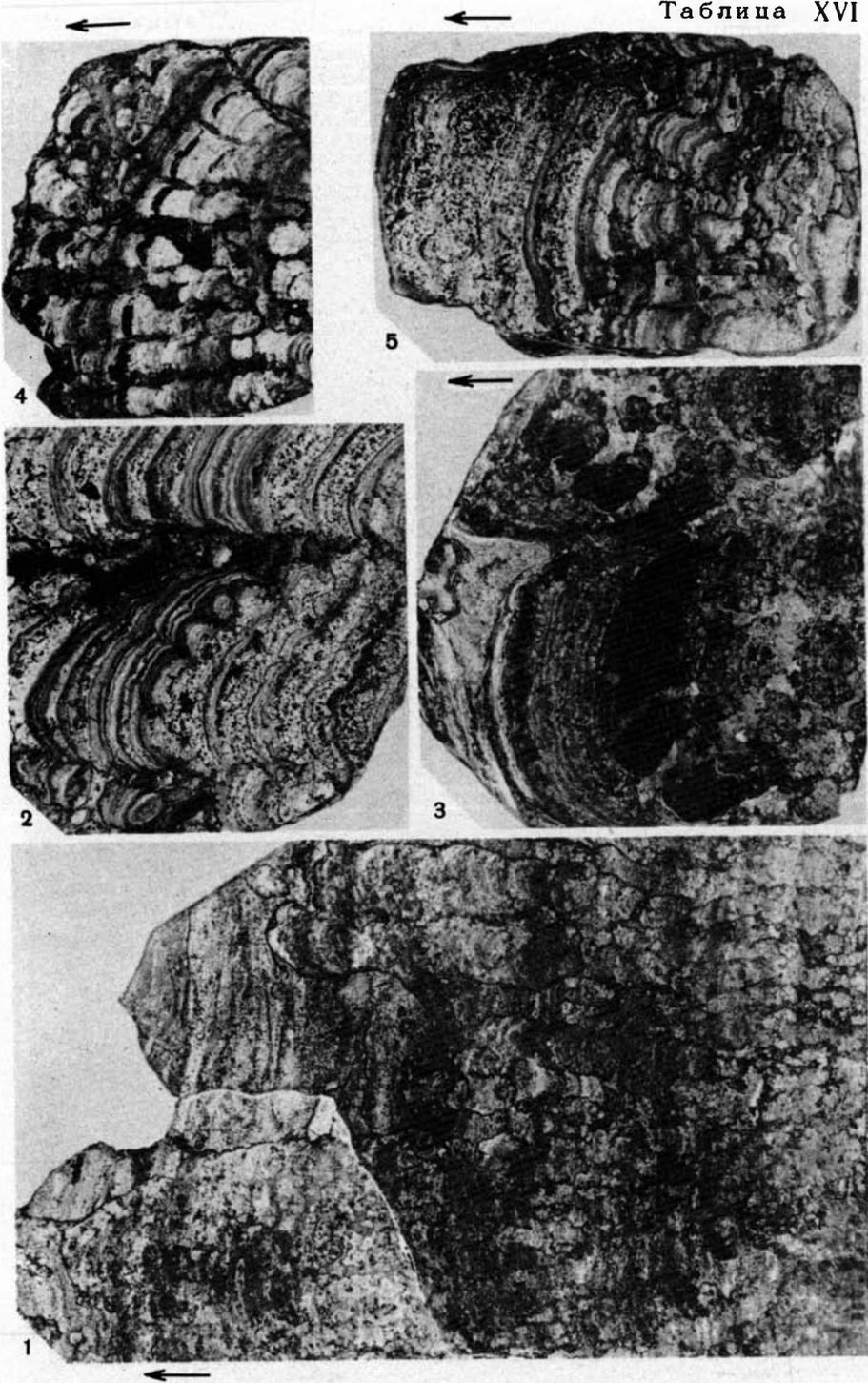
Строматолиты из караганских отложений Керченского полуострова. Нат. вел.

1 - столчатые образования из биостромов, район мыса Тархан; 4,3,6 - постройки из полно развитых биогермов, район пос.Марфовка; 3 - корка, облегающая биогерм, 4 - основание биогерма, 6 - столбики из центральной части биогерма; 2,5 - желваковые постройки с западной части полуострова



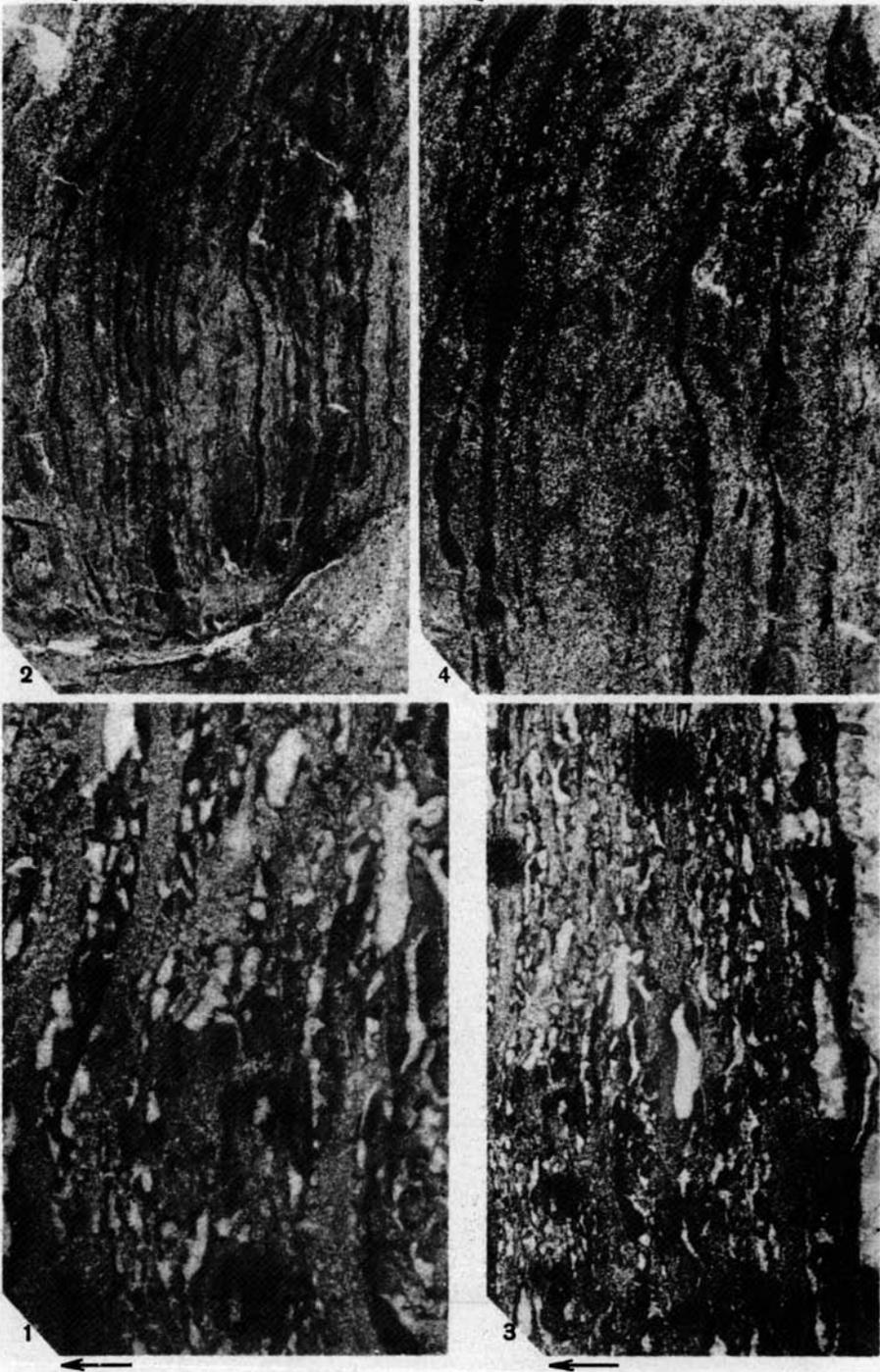
Строматолиты из караганских отложений Керченского полуострова

1 - 3, 5 - крупные полно развитые биогермы из района пос.Марфовка:
 1 - корка из кровли биогерма, 2 - общий вид одного из биогермов, 3 - один из слоев, слагающих центральную зону биогерма, со столбчатыми постройками в центре и слоистым внешним краем, 5 - вид биогерма в обнажении; 4 - желвак- "мозговик" с западной части полуострова



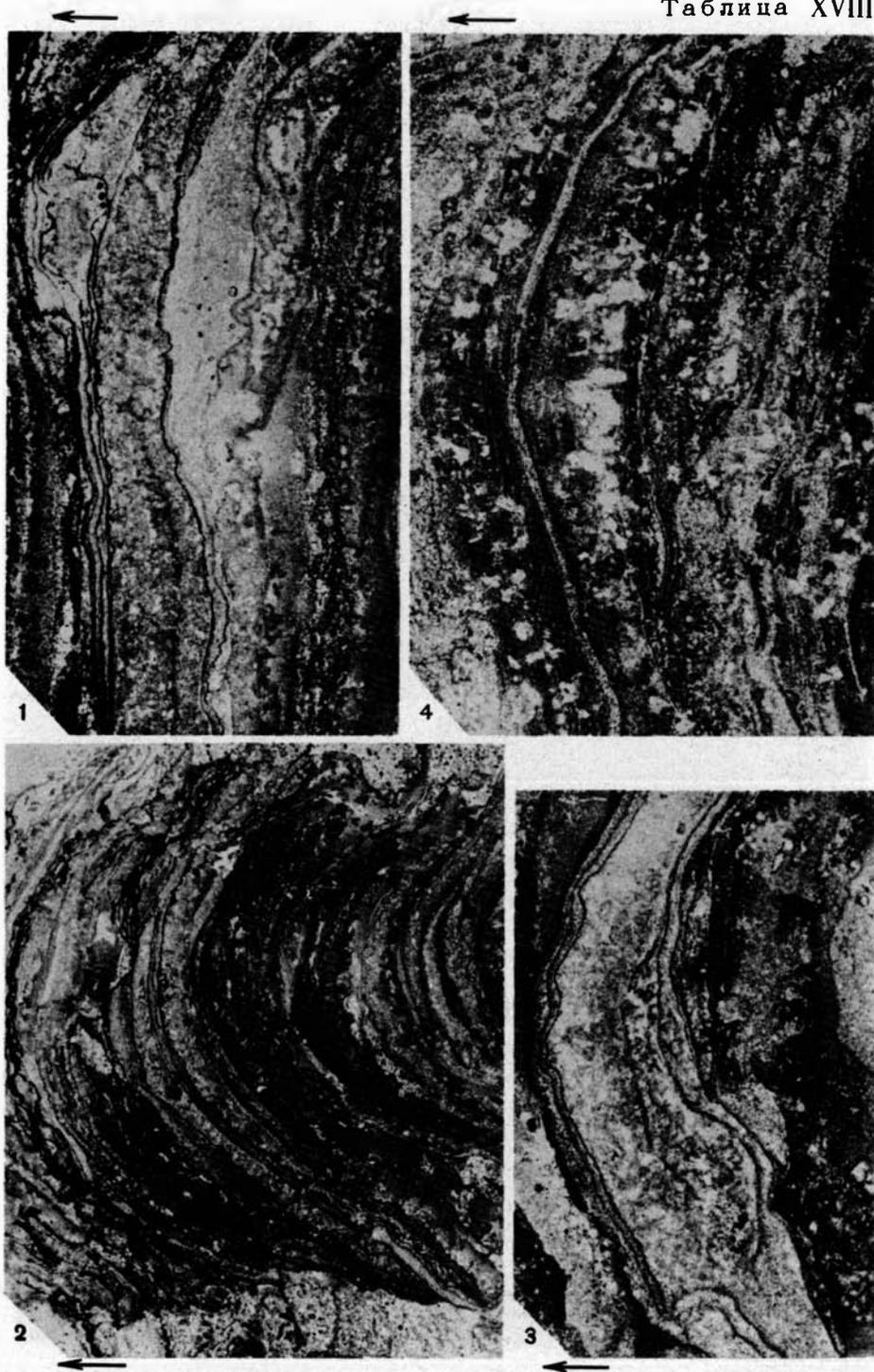
Строматолиты из караганских отложений Керченского полуострова. Нат. вел.

1,3 - столбчатые постройки из биостромов, район мыса Тархан; 2,5 - фрагменты желваковых построек, западная часть полуострова; 4 - мелкие столбики из центральной части биогермов, район пос.Марфовка



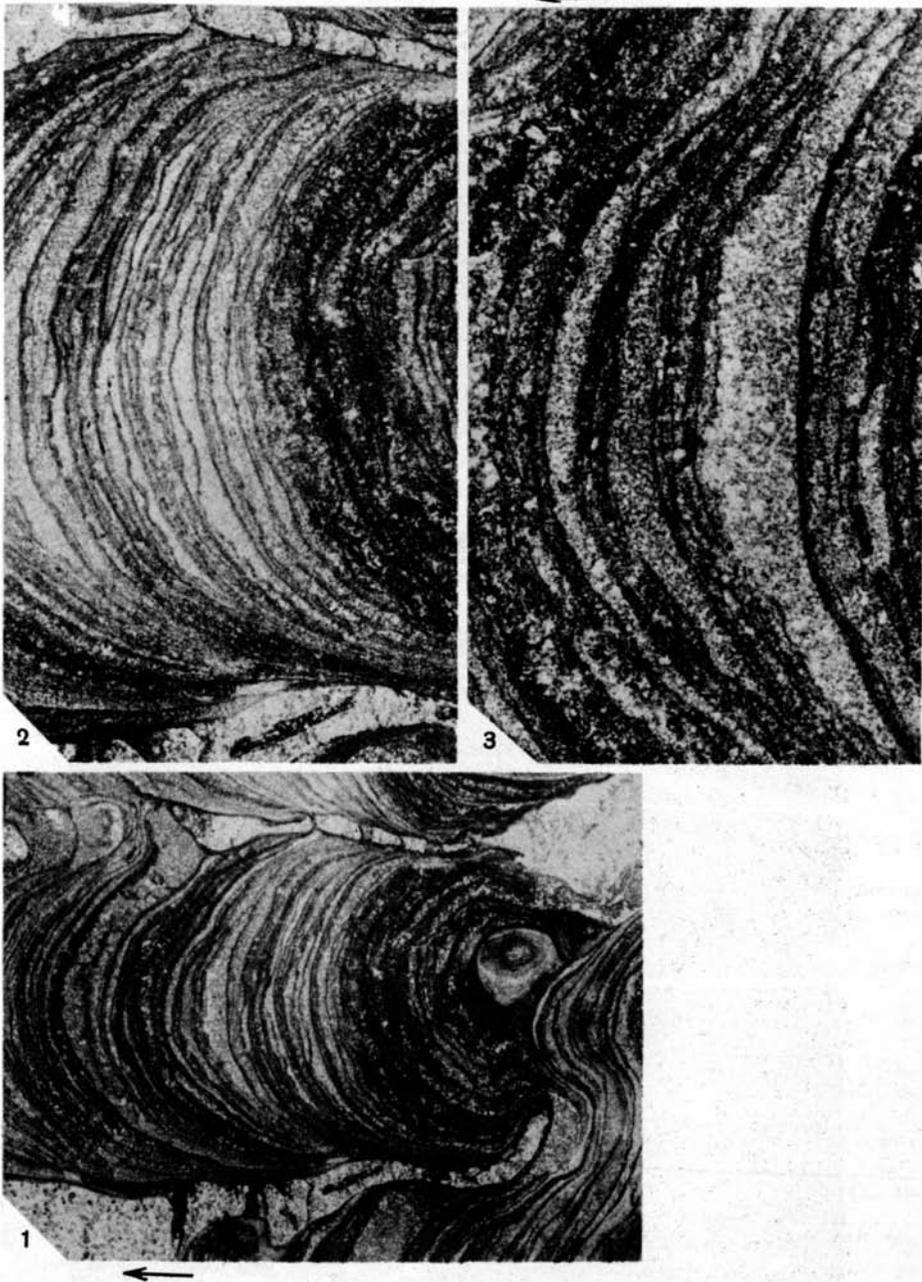
Текстура строматолитов *Gaia irkushanica* Kryl. (1,2) и *Iliella kotuikanica* Kryl. (3,4); нижний рифей

1,2 - обр. 3879/2; бакальская свита; Южный Урал, пос.Бакал. 3,4 - обр.3867/6; котуйканская свита; Анабарское поднятие, р.Котуйкан
Увеличение: 1,4 - в 8 раз, 2,3 - в 4 раза



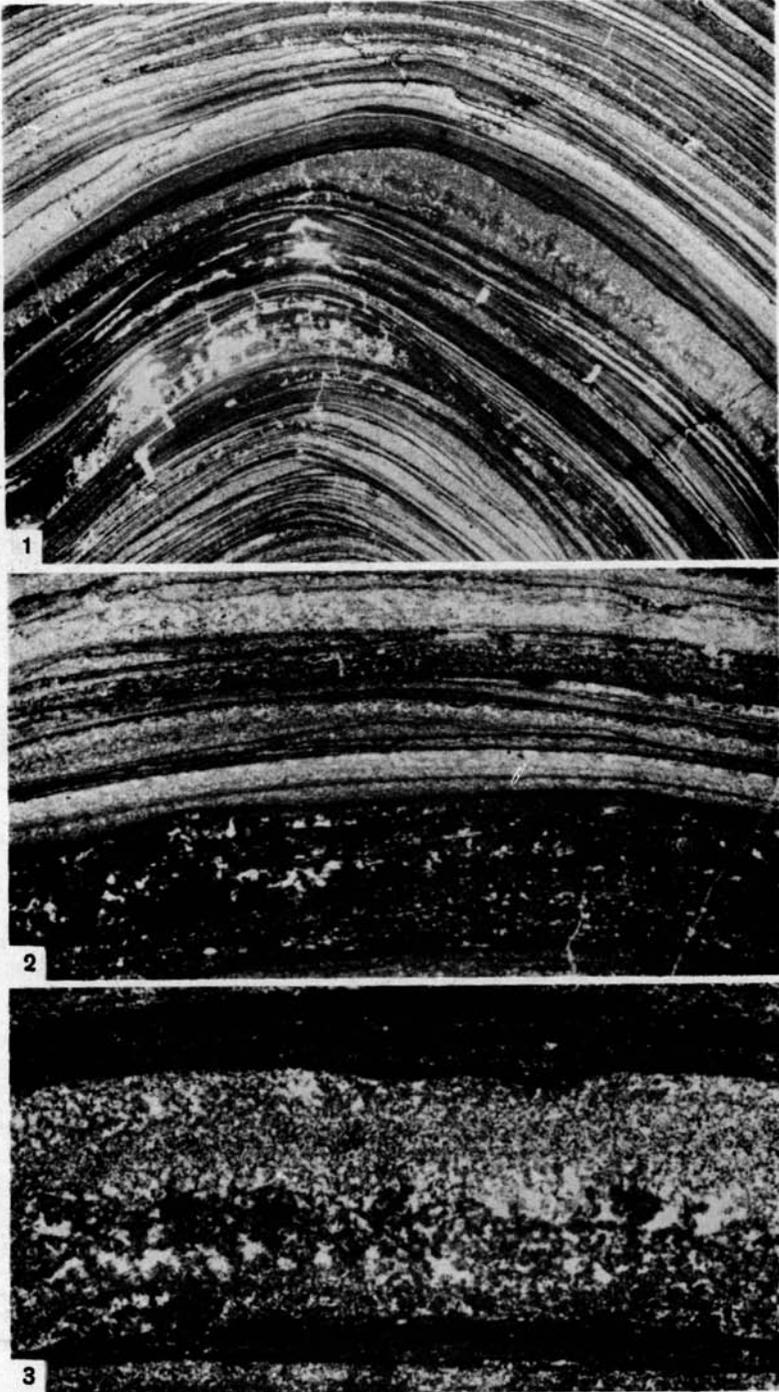
Характер слоистости и текстура ордовикских строматолитов из устькутской свиты бассейна р.Лены

1-3 - *Collumnacollenia*, f.indet.: 1,2 - обр.3865/35, 3 - обр. 3863/36, район пос.Инья; 4 - *Collumnaefacta* sp., обр. 3863/9, район дер.Старые Дворы
Увеличение: 1 - в 4 раза, 2-4 - в 16 раз



Столбчато-пластовые строматолиты *Collumnaefacta ilica* Kryn.; обр. 3863/17; нижний ордовик, устькутская свита; р.Лена у дер. Старые Дворы

Увеличение: 1 - в 4 раза, 2 - в 8 раз, 3 - в 16 раз



Желваковые строматолиты *Colleniella uzorica* Kryl.; обр. 3863/14; нижний ордовик, устькутская свита; р. Лена у дер. Старые Дворы

Увеличение: 1 - в 4 раза, 2 - в 8 раз, 3 - в 16 раз

ЛИТЕРАТУРА

- Аблизин Б.Д., Курбацкий А.М., Крылов И.Н. 1969. К стратиграфии верхнего докембрия западного склона Северного Урала. - Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Александрова Г.И. 1964. Строматолиты из верхнепермских отложений Актюбинского Приуралья. - В кн.: Труды молодых ученых (Саратовского университета), выпуск геолого-географический, Саратов, Изд-во Саратовск. ун-та.
- Алехин В.В., Кудряшов А.В., Говорухин В.С. 1961. География растений. М., Учпедгиз.
- Андрусов Н.И. 1960. Ископаемые мшанковые рифы Керченского полуострова. - Избр. труды, т. 1. М., Изд-во АН СССР.
- Архангельская Н.А., Григорьев В.Н., Зеленев К.К. 1960. Фаши нижнекембрийских отложений южной и западной окраин Сибирской платформы. - Труды ГИН АН СССР, вып. 33.
- Архангельский А.Д., Блохин А.А., Меннер В.В., Осипов С.С., Соколов М.И., Чепиков К.Р. 1930. Краткий очерк геологического строения и нефтяных месторождений Керченского полуострова. - Труды ГПУ, вып. 13.
- Бутин Р.В. 1960. Органические остатки в протерозойских отложениях Южной Карелии. - Труды Карельск. фил. АН СССР, вып. 26.
- Бутин Р.В. 1965. О находке *Carelozoon jatulicum* в протерозойских отложениях Карелии. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Бутин Р.В. 1966. Ископаемые водоросли протерозоя Карелии. - В кн.: Остатки организмов и проблематика протерозойских образований Карелии. Петрозаводск, Карельск. кн. изд-во.
- Биттенбург П.В., Яковлев Н.Н. 1922. К вопросу о возрасте пород острова Кильдина на западном Мурмане. - Изв. Росс. АН, серия 6, т. 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.
- Власов Ф.Я. 1970. Анатомия и морфология строматолитов раннего и среднего протерозоя Южного Урала. - В кн.: Материалы по палеонтологии Урала. Свердловск, изд. УФ АН СССР.
- Вологдин А.Г. 1955а. О конофитонах протерозоя и кембрия Сибирской платформы. - Докл. АН СССР, т. 102, № 3.
- Вологдин А.Г. 1955б. Разгадка происхождения строматолитов. - Природа, № 9.
- Вологдин А.Г. 1962. Древнейшие водоросли СССР. М., Изд-во АН СССР.
- Вологдин А.Г. 1963. Строматолиты и фототропизм. - Докл. АН СССР, т. 151, № 3.
- Вологдин А.Г., Кальберг Э.А. 1947. О возрасте метаморфической толщи Тимана. - Докл. АН СССР, т. 58, № 1.
- Воронихин Н.Н. 1932. К познанию флоры и растительности водорослей пресных водоемов Крыма - Ботан. ж., т. 17, № 3.
- Воронихин Н.Н. 1953. Растительный мир континентальных водоемов. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Воронов Б.Г., Комар В.А., Семихатов М.А., Шаповалова И.Г. 1966. Корреляция разрезов верхнего докембрия Западного Приверхоянья и Учуро-Майского района. - Докл. АН СССР, т. 171, № 4.
- Вотах О.А., Чайка В.М. 1962. О ритмической смене форм строматолитов в древнем туруханском комплексе. - Докл. АН СССР, т. 145, № 1.
- Гарань М.И. 1947. О возрасте и условиях образования древних свит западного склона Южного Урала. М.-Л., Госгеолиздат.
- Гаррис М.А., Казаков Г.А., Келлер Б.М., Полевая Н.И., Семихатов М.А. 1964. Геохронологическая шкала верхнего протерозоя (рифей и венд). - В кн.: Абсолютный возраст геологических формаций (Междунар. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 3). М., "Наука".

- Геккер Р.Ф. 1935а. Жизнь в девонском море. Палеозоология девона (Путеводитель по выставке Палеозоологического музея АН СССР). М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Геккер Р.Ф. 1935б. Явления прирастания и прикрепления среди верхнедевонских фауны и флоры Главного поля. - Труды ПИН АН СССР, т. 4.
- Геккер Р.Ф. 1941. Отложения, фауна и флора Главного девонского поля. - В кн.: Фауна Главного девонского поля. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Геккер Р.Ф. 1957. Введение в палеозоологию. М., Госгеолтехиздат.
- Гецен В.Г. 1970. О стратиграфическом и тектоническом положении верхнерифейской карбонатной толщи Тимана и полуострова Канин. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 45, вып. 1
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. - В кн.: Определитель пресноводных водорослей СССР, вып. 2. М.-Л., "Сов. наука".
- Голованов Н.П. 1966. Некоторые активноветвящиеся строматолиты из юсмастакской свиты рифея в бассейне реки Котуйкана (Западный склон Анабарского поднятия). - Уч. зап. НИИГА, палеонтол. и биостратигр., вып. 12.
- Голованов Н.П. 1967. Строматолиты рифея района Мерчисон-Фьорда (Северо-Восточная Земля). - В кн.: Материалы по стратиграфии Шпицбергена. Л., изд. НИИГА.
- Голованов Н.П. 1970. Строматолиты верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия. - В кн.: Опорный разрез верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия. Л., изд. НИИГА.
- Голованов Н.П., Злобин М.Н. 1966. О расчленении рифейских отложений Восточного Таймыра (р. Нижняя Таймыра). - Уч. зап. НИИГА, палеонтол. и биостратигр., вып. 13.
- Горохов И.М., Варшавская Э.С., Кутявин Э.П., Лобач-Жученко С.Б. 1969. Первые данные по изотопному возрасту гранитоидов района Парандово-Надьвойны (Центральная Карелия), полученные Rb/Sr методом. - В кн.: Тезисы докладов XVI сессии Комиссии по определению абсолютного возраста геологических формаций. М., Изд-во АН СССР.
- Горюнова С.В., Ржанова Г.Н., Орлеанский В.К. 1969. Синезеленые водоросли (биохимия, физиология, роль в практике). М., "Наука".
- Дольник Т.А. 1969. Стратиграфия и строматолиты рифея, венда и нижнего кембрия Северо-Байкальского и Патомского нагорья. Автореф. канд. дисс. Иркутск.
- Дольник Т.А., Воронцова Г.А. 1971. Ченчинская свита Байкало-Патомского нагорья и ее органические остатки. - Труды Вост.-Сиб. науч.-исслед. ин-та геол., геофиз. и мин. сырья, вып. 5.
- Драгунов В.И. 1956. О возрасте пограничных толщ кембрия и докембрия Сибирской платформы. - В кн.: Тезисы докладов на Междуведомственном совещании по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. [3]. Секция стратиграфии докембрия. Л.
- Драгунов В.И. 1958. К вопросу о выделении и расчленении синийских отложений на Сибирской платформе. - В кн.: Труды Междуведомственного совещания по разработке унифицированных схем Сибири, 1956. Доклады по стратиграфии докембрийских отложений. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Еленкин А.А. 1936. Синезеленые водоросли СССР. Общая часть. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Еленкин А.А. 1938. Синезеленые водоросли СССР, вып. 1. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Еленкин А.А. 1949. Синезеленые водоросли СССР, вып. 2. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Жижченко Б.П. 1940. Караганские слои. - В кн.: Стратиграфия СССР, т. 12. Неоген СССР. М.-Л., Изд-во АН СССР.
- Журавлева З.А. 1964. Онколиты и катаграфии рифея и нижнего кембрия Сибири и их стратиграфическое значение. - Труды ГИН АН СССР, вып. 114.
- Журавлева З.А. 1967. Онколиты и катаграфии рифейских отложений Южного Урала. - Сов. геология, №9.
- Журавлева З.А., Комар В.А. 1962. К стратиграфии рифея (синия) Анабарского массива. - Докл. АН СССР, т. 144, № 1.
- Журавлева З.А., Крылов И.Н., Постельников Е.С. 1969. О стратиграфии и органических остатках дашкинской свиты ослянской серии (верхний докембрий Енисейского кряжа). - Изв. АН СССР, серия геол., № 7.
- Журавлева З.А., Чумаков Н.М. 1968. Катаграфии, онколиты и строматолиты из позднего докембрия восточной Белоруссии. - Докл. АН СССР, т. 178, № 3.
- Забродин В.Е. 1968. Катаграфии группы *Vesicularites Reitlinger*, их диагностические признаки и методика изучения. - Труды ГИН АН СССР, вып. 188.
- Калиненко В.О. 1952. Геохимическая деятельность бактериальной колонии. - Изв. АН СССР, серия геол., № 1.
- Келлер Б.М. 1952. Рифейские отложения краевых прогибов Русской платформы. - Труды ГИН АН СССР, вып. 109, геол. серия (№ 37).

- Келлер Б.М. 1960. Новые данные по стратиграфии верхнего протерозоя (рифей, синия). - Вестн. МГУ, геология, № 6.
- Келлер Б.М. 1964. Рифейская группа. - В кн.: Геология докембрия (Международ. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 10). М., "Недра".
- Келлер Б.М. 1966а. Венский комплекс Урала. - Сов. геология, № 5.
- Келлер Б.М. 1966б. Подразделения единой стратиграфической шкалы докембрия. - Докл. АН СССР, т. 171, № 6.
- Келлер Б.М. 1971. Венд и юдомий. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 46, вып. 3.
- Келлер Б.М., Казаков Г.А., Крылов И.Н., Нужнов С.В., Семихатов М.А. 1960. Новые данные по стратиграфии рифейской группы (верхний протерозой). - Изв. АН СССР, серия геол., № 12.
- Келлер Б.М., Королев В.Г., Крылов И.Н. 1965. К расчленению верхнего протерозоя Тянь-Шаня. - Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Келлер Б.М., Семихатов М.А. 1968. Опорные разрезы рифей материков. - В кн.: Стратиграфия. Палеонтология (Итоги науки. Серия геология). М., ВИНТИ.
- Келлер Б.М., Соколов Б.С. 1960. Поздний докембрий севера Мурманской области. - Докл. АН СССР, т. 133, № 5.
- Келлер Б.М., Хоментовский В.В. 1958. О расчленении рифейской группы. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 33, вып. 4.
- Келлер Б.М., Хоментовский В.В. 1960. Рифейская группа и ее подразделения. - В кн.: Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. (Международ. геол. конгресс. XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.
- Кириченко Г.И. 1955. Верхний протерозой западной окраины Сибирской платформы. - Материалы ВСЕГЕИ, вып. 7.
- Кириченко Г.И. 1961. К вопросу о водорослях *Conophyton*. - Труды ВСЕГЕИ, т. 66.
- Кожемякина Н.А. 1969. Строматолиты в эйфельских отложениях Белоруссии. - Сов. геология, № 7.
- Комар Вл.А. 1964. Столбчатые строматолиты рифей севера Сибирской платформы. - Уч. зап. НИИГА, палеонтол. и биостратигр., вып. 6.
- Комар Вл.А. 1966. Строматолиты верхнедокембрийских отложений севера Сибирской платформы и их стратиграфическое значение. - Труды ГИН АН СССР, вып. 154.
- Комар Вл.А., Крылов И.Н., Нужнов С.В., Раабен М.Е., Семихатов М.А., 1964. О трехчленном делении рифей по строматолитам. - В кн.: Геология докембрия (Международ. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 10). М., "Недра".
- Комар Вл.А., Раабен М.Е., Семихатов М.А., 1965а. Конофитоны рифей СССР и их стратиграфическое значение. - Труды ГИН АН СССР, вып. 131.
- Комар Вл.А., Раабен М.Е., Семихатов М.А. 1965б. Методика изучения строматолитов *Conophyton* и их стратиграфическое значение. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. Тезисы докладов. Новосибирск.
- 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.
- Комар Вл.А., Семихатов М.А. 1968. Строматолиты в детализации стратиграфии верхнего протерозоя. - В кн.: Геология докембрия (Международ. геол. конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4). Л., "Наука".
- Комар Вл.А., Семихатов М.А., Серебряков С.Н., Воронов Б.Г., 1970. Новые данные по стратиграфии и истории развития рифей Юго-Восточной Сибири и Северо-Востока СССР. - Сов. геология, № 3.
- Комар Вл.А., Серебряков С.Н. 1969. К стратиграфии докембрия Туруханского поднятия. - Докл. АН СССР, т. 189, № 6.
- Комар Вл.А., Фурдуй Р.С. 1969. Юдомский комплекс и нижний кембрий Прикольымского поднятия. - Докл. АН СССР, т. 184, № 4.
- Кордэ К.Б. 1950. Микроскопическая структура наслоений строматолитов и типы сохранности *Suaephysae* - Докл. АН СССР, т. 71, № 6.
- Кордэ К.Б. 1954. Кембрийские водоросли из окрестностей с. Богучаны на р. Ангаре. - В кн.: Вопросы геологии Азии, т. 1. М., Изд-во АН СССР.
- Кордэ К.Б. 1961. Водоросли кембрия юго-востока Сибирской платформы. - Труды ПИН АН СССР, т. 89.
- Кордэ К.Б. 1965. Водоросли. - В кн.: Стратиграфия СССР. Силурийская система. М., "Недра".
- Коробов М.Н. 1963. Нижний кембрий Хараулаха. - Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Королев В.Г. 1963. Средняя Азия (стратиграфия докембрия). - В кн.: Стратиграфия СССР. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.

- Королев В.Г., Крылов И.Н. 1962. К стратиграфии верхнего докембрия Северного Тянь-Шаня. - Докл. АН СССР, т. 144, № 6.
- Королюк И.К. 1956а. Значение строматолитов для стратиграфии кембрия и докембрия на примере юга Сибирской платформы. - В кн.: Тезисы докладов на Междуведомственном совещании по разработке унифицированных стратиграфических схем Сибири. [3]. Секция стратиграфия докембрия. Л.
- Королюк И.К. 1956б. Некоторые строматолиты кембрия Иркутского амфитеатра. - Труды Ин-та нефти АН СССР, т. 7.
- Королюк И.К. 1959. Конофитоны в улунтуйской свите Прибайкалья. - В кн.: Материалы по геологии и полезным ископаемым Восточной Сибири, вып. 5 (26). Иркутск.
- Королюк И.К. 1960. Строматолиты нижнего кембрия и протерозоя Иркутского амфитеатра. - Труды Ин-та геол. и разработки горюч. ископ. АН СССР, т. 1.
- Королюк И.К. 1962. Сравнительная характеристика формаций рифея и кембрия Прибайкалья. М., Изд-во АН СССР.
- Королюк И.К. 1963. Строматолиты верхнего докембрия. - В кн.: Стратиграфия СССР. Верхний докембрий. М., Госгеолтехиздат.
- Королюк И.К. 1968. Биогермные образования Западного Прибайкалья. - В кн.: Ископаемые рифы и методики их изучения. Свердловск, изд. УФ АН СССР.
- Королюк И.К., Сидоров А.Д. 1969а. Строматолиты. - В кн.: Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. - Труды ГИН АН СССР, вып. 206.
- Королюк И.К., Сидоров А.Д. 1969б. Строматолиты мотской свиты Южного Прибайкалья и Юго-Восточного Присаянья. - Докл. АН СССР, т. 184, № 3.
- Королюк И.К., Сидоров А.Д., 1971. Строматолиты Южного Прибайкалья. - Изв. АН СССР, серия геол., № 11.
- Королюк И.К., Сидоров А.Д. 1973. Строматолиты нижнепермского биогермного массива Шахтау (Башкирия). - Докл. АН СССР, т. 208, №4.
- Краснопеова П.С. 1946. Некоторые строматолиты протерозоя Кабырзинского района Горной Шории. - Труды Горно-геол. ин-та Зап.-Сиб. фил. АН СССР, вып. 2.
- Криштофович А.Н. 1957. Палеоботаника. Л., Гостоптехиздат.
- Крылов И.Н. 1959а. О строматолитах Уральского рифея. - Докл. АН СССР, т. 126, № 6.
- Крылов И.Н. 1959б. Рифейские строматолиты острова Кильдина. - Докл. АН СССР, т. 127, № 4.
- Крылов И.Н. 1960а. О значении строматолитов *Collenia buriatica* Maslov для стратиграфии позднедокембрийских отложений окраин Русской платформы. - В кн.: Стратиграфия позднего докембрия и кембрия (Междунар. геол. конгресс. XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.
- Крылов И.Н. 1960б. О развитии столбчатых ветвящихся строматолитов в рифее Южного Урала. - Докл. АН СССР, т. 132, № 4.
- Крылов И.Н. 1961. О принципах систематики рифейских строматолитов. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 36, вып. 6.
- Крылов И.Н. 1962. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия. Автореф. канд. дисс. Новосибирск.
- Крылов И.Н. 1963. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия. - Труды ГИН АН СССР, вып. 69.
- Крылов. И.Н. 1965. О закономерностях изменчивости морфологических признаков строматолитов в биогермах. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия. 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Крылов И.Н. 1966а. Значение строматолитов для стратиграфии докембрия. - В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия. вып. 1. М., "Недра".
- Крылов И.Н. 1966б. О столбчатых строматолитах Карелии. - В кн.: Остатки организмов и проблематика протерозойских образований Карелии. Петрозаводск, Карельск. кн. изд-во.
- Крылов И.Н. 1966в. Строматолиты и проблемы палеогеографии караганского горизонта (миоцен) Керченского полуострова. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 41, № 6.
- Крылов И.Н. 1967. Рифейские и нижнекембрийские строматолиты Тянь-Шаня и Каратау. - Труды ГИН АН СССР, вып. 171.
- Крылов И.Н. 1968. Значение строматолитов для проблемы границы докембрия и палеозоя. - В кн.: Геология докембрия (Междунар. геол. конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4). М., "Наука".
- Крылов И.Н. 1969. Строматолиты. - В кн.: Томмотский ярус и проблема нижней границы кембрия. - Труды ГИН АН СССР, вып. 206.

- Крылов И.Н. 1971. Значение строматолитов для стратиграфии верхнего докембрия Казахстана и Тянь-Шаня. - В кн.: Стратиграфия докембрия Казахстана и Тянь-Шаня. М., Изд-во МГУ.
- Крылов И.Н. 1972а. Строматолиты. - В кн.: Стратиграфия, Палеонтология, т. 3 (Итоги науки и техники. Серия стратиграфия и палеонтология). М., ВИНТИ.
- Крылов И.Н. 1972б. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. Автореф. докт. дисс. М.
- Крылов И.Н., Комар Вл.А. 1965. О строматолитах вендского комплекса. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов, Новосибирск.
- Крылов И.Н., Нужнов С.В., Шаповалова И.Г. 1968. О строматолитовых комплексах среднего рифея. - Докл. АН СССР, т. 181, № 2.
- Крылов И.Н., Шаповалова И.Г. 1970а. О распространении строматолитов катавского комплекса в рифейских отложениях Урала и Сибири. - В кн.: Стратиграфия и палеонтология протерозоя и кембрия востока Сибирской платформы, Якутск, Кн. изд-во.
- Крылов И.Н., Шаповалова И.Г. 1970б. Строматолиты группы *Jacutophyton* Scharova-Jova в среднерифейских отложениях Урала и Сибири. - В кн.: Стратиграфия и палеонтология протерозоя и кембрия востока Сибирской платформы, Якутск, Кн. изд-во.
- Крылов И.Н., Шаповалова И.Г., Колосов П.Н., Федонкин М.А. 1971. Рифейские отложения Чекуровской антиклинали. - Сов. геология, № 7.
- Лейтес А.М. 1965. Нижней протерозой северо-востока Олекмо-Витимской горной страны. - Труды ГИН АН СССР, вып. 122.
- Люткевич Е.М. 1953. Геология Канина полуострова. - Труды ВНИГРИ, спец. серия, вып. 4.
- Маслов В.П. 1936. О строматолитовых постройках на Южном Урале. - Труды ГИН АН СССР, т. 5.
- Маслов В.П. 1937. Нижнепалеозойские породообразующие водоросли Восточной Сибири. - В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 2-3. М., Изд-во МГУ.
- Маслов В.П. 1938. О природе строматолитов *Conophyton*. - В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 4. М., Изд-во МГУ.
- Маслов В.П. 1939а. Попытка возрастного определения немых толщ Урала с помощью строматолитов. - В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 5. М., Изд-во МГУ.
- Маслов В.П. 1939б. Род *Gollenia*. - В кн.: Проблемы палеонтологии, т. 5. М., Изд-во МГУ.
- Маслов В.П. 1950. Систематическое положение и отличие строматолитов и онколитов от ископаемых известковых водорослей. - Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 25, вып. 4.
- Маслов В.П. 1953а. К методике сопоставления разрезов в карбонатных толщах. - В кн.: Вопросы петрографии и минералогии, т. 2, М., Изд-во АН СССР.
- Маслов В.П. 1953б. Принципы номенклатуры и систематики строматолитов. - Изв. АН СССР, серия геол., № 5.
- Маслов В.П. 1956а. Ископаемые известковые водоросли СССР. - Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 160.
- Маслов В.П. 1956б. О новом ископаемом семействе багряных и двух новых родах синезеленых водорослей карбона. - Докл. АН СССР, т. 107, № 1.
- Маслов В.П. 1959. Строматолиты и фашии. - Докл. АН СССР, т. 125, № 5.
- Маслов В.П. 1960. Строматолиты. - Труды ГИН АН СССР, вып. 41.
- Маслов В.П. 1961. Водоросли и карбонатоосаждение. - Изв. АН СССР, серия геол., № 12.
- Маслов В.П. 1962. О палеогеновых строматолитах Гиссарского хребта. - Докл. АН СССР, т. 142, № 3.
- Маслов В.П., Шукина Е.Н. 1950. Строматолитовые известняки с Алтая четвертичного возраста. - Докл. АН СССР, т. 73, № 4.
- Махлаев В.Г. 1954. К вопросу о породообразующем значении строматолитов в данково-лебединских слоях. - Докл. АН СССР, т. 99, № 1.
- Махлаев В.Г. 1958. Строматолиты как показатели подводных перерывов в накоплении осадков. - Науч. докл. высш. школы, геол.-геогр. науки, вып. 3.
- Махлаев В.Г. 1966. К вопросу о связи организмов со средой в данково-лебединском бассейне. - В кн.: Организм и среда в геологическом прошлом. М., "Наука".
- Медведев В.Я., Королук И.К. 1958. К вопросу о возрасте древних толщ Киргизского и Таласского хребтов Северного Тянь-Шаня. Докл. АН СССР, т. 123, № 2.
- Международный кодекс ботанической номенклатуры. 1959. М.-Л., Изд-во АН СССР.

- Мейен С.В. 1968. О методике исследования и описания ископаемых растений. — Палеонтолог. ж., № 3.
- Мейен С.В. 1970. Некоторые теоретические вопросы современной палеоботаники. — Палеонтолог. ж., № 4.
- Мирошников А.Е. 1965. О зависимости распределения форм строматолитов от литологических особенностей разреза (на примере верхнего докембрия Туруханского района). — В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Нужнов С.В. 1960. Строматолиты позднего докембрия и кембрия Учуро-Майского района. — Докл. АН СССР, т. 132, № 6.
- Нужнов С.В. 1967. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы, М., "Наука".
- Нужнов С.В., Шаповалова И.Г. 1965. Расчленение якутского комплекса (средний рифей) по строматолитам в Учуро-Майском районе. — В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Нужнов С.В., Шаповалова И.Г. 1968. Расчленение якутского комплекса (среднего рифей) по строматолитам в Учуро-Майском районе. — В кн.: Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии, Якутск, Кн. Изд-во.
- Опорный разрез верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия. 1970. Л., изд. НИИГА.
- Проект стратиграфического кодекса СССР. 1970. Л., ВСЕГЕИ.
- Раабен М.Е. 1960. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. — В кн.: Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. (Международ. геол. конгресс. XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.
- Раабен М.Е. 1964. Строматолиты верхнего рифей Поллодова кряжа и их вертикальное распределение. — Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 39, № 3.
- Раабен М.Е. 1969. Строматолиты верхнего рифей (гимносолениты). — Труды ГИН АН СССР, вып. 203.
- Раабен М.Е. 1971. Верхний рифей как подразделение общей стратиграфической шкалы. Автореф. докт. дисс. М.
- Раабен М.Е., Забродин В.Е. 1969. К биостратиграфической характеристике верхнего рифей Арктики. — Докл. АН СССР, т. 184, № 3.
- Раабен М.Е., Комар Вл.А. 1964. К изучению древнейших водорослей (О кн. А.Г. Волгодина "Древнейшие водоросли СССР"). — Изв. АН СССР, серия геол., № 6.
- Решение IV Палеозолого-литологической сессии. 1968. — Палеонтолог. ж., № 2.
- Салоп Л.И. 1968. Докембрий СССР. — В кн.: Геология докембрия (Международ. геол. конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4). Л., "Наука".
- Салоп Л.И., Мурина Г.А. 1970. Возраст Бердяушского плутона рапакиви и проблема геохронологических границ нижнего рифей. — Сов. геология, № 6.
- Семихатов М.А. 1960. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. — Докл. АН СССР, т. 135, № 6.
- Семихатов М.А. 1962. Рифей и нижний кембрий Енисейского кряжа. — Труды ГИН АН СССР, вып. 68.
- Семихатов М.А. 1966. К проблеме общей стратиграфической шкалы докембрия. — Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А. 1965. О применимости формальных видов столбчатых строматолитов для межрегиональной корреляции рифейских отложений. — Докл. АН СССР, т. 165, № 6.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А., Серебряков С.Н. 1967. Новые данные о строматолитах юдомской свиты и ее аналогов. — Докл. АН СССР, т. 195, № 5.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А., Серебряков С.Н. 1970. Юдомский комплекс стратотипической местности. — Труды ГИН АН СССР, вып. 210.
- Семихатов М.А., Серебряков С.Н. 1967. Венд и нижний кембрий юго-восточной части Восточного Саяна. — Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Серебряков С.Н. 1968. О вещественном составе строматолитовых биогермов рифей Восточной Сибири. — Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Серебряков С.Н. 1971. Строматолиты в ритмичных толщах рифей. — Изв. АН СССР, серия геол., № 12.
- Сидоров А.Д. 1960. Новый нижнекембрийский строматолит Восточной Сибири. — Палеонтолог. ж., № 4.
- Слодкевич В.С., Соколов В.А., Бутин Р.В. 1960. Протерозойские водорослевые биогермы на Южном Оленьем острове в Карелии. — Докл. АН СССР, т. 134, № 2.

- Соколов Б.С. 1964. Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы. - В кн.: Геология докембрия (Междунар. геол. конгресс. XXII сессия, Докл. сов. геологов. Проблема 10). М., Госгеолтехиздат.
- Соколов В.А. 1966. Распространение органики и проблематики в протерозойских образованиях Карелии. - В кн.: Остатки организмов и проблематики протерозойских образований Карелии. Петрозаводск, Карельск. кн. изд-во.
- Соколов В.А., Бутин Р.В. 1961. Новый водорослевый горизонт в ятулийской терригенно-карбонатной толще Прионежья Карелии. - Докл. АН СССР, т. 140, № 1.
- Соколов В.А., Бутин Р.В. 1965. Водорослевые комплексы протерозоя Карелии и их геолого-литологическое значение. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Сонин Г.В. 1964. Некоторые типы пермских строматолитов и условия их образования. - В кн.: Итоги научной аспирантской конференции 1963 г. Казанского государственного университета. Тезисы докладов, Казань.
- Сонин Г.В. 1965. О взаимоотношении строматолитовых биогермов и гипсовых линз в кунгурском ярусе. - В кн.: Сборник аспирантских работ [Казанского государственного университета]. Естественные науки. Казань, Изд-во Казан. ун-та.
- Сонин Г.В. 1966. Экологическая морфология строматолитов. - В кн.: Научная конференция аспирантов [Казанского государственного университета] по геолого-минералогическим, географическим и биолого-почвенным наукам Казанского ун-та, 1965. Казань, изд-во Казан. ун-та.
- Фурдуй Р.С. 1965. Синийские строматолиты южной части Колымского массива. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Фурдуй Р.С. 1969. О рифейских отложениях Омолонского массива. - Докл. АН СССР, т. 188, № 1.
- Хоутон С.Ф. 1966. Африка южнее Сахары. Геологическая история. Пер. с англ. М., "Мир".
- Чернов Г.А. 1966. Силурийские строматолиты поднятия Чернова (Большеземельская, тундра). - В кн.: Стратиграфия и палеонтология Северо-Востока Европейской части СССР. М.-Л., "Наука".
- Шаповалова И.Г. 1965. Значение некоторых формальных родов строматолитов среднего рифея для палеогеографических построений. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шаповалова И.Г. 1968. О новой группе строматолитов *Jacutophyton* из верхнего протерозоя восточного склона Алданской антеклизы. - В кн.: Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии. Якутск, Кн. изд-во.
- Шаповалова И.Г. 1971. Стратиграфия и строматолиты среднерифейских отложений северной части Юдомо-Майского прогиба. Автореф. канд. дисс. Якутск.
- Шенфиль В.Ю. 1965а. Влияние среды обитания на форму строматолитовых построек. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шенфиль В.Ю. 1965б. Некоторые новые данные о строматолитах позднедокембрийских и раннекембрийских отложений Прибайкалья, Патомского нагорья и Южной Якутии. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шенфиль В.Ю. 1968. Строматолиты верхнедокембрийских отложений южного обрамления Сибирской платформы. Автореф. канд. дисс. Новосибирск.
- Яковлев Н.Н. 1934. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрии Восточной Сибири. - Докл. АН СССР, т. 2.
- Achauer C.W., Johnson J.H. 1969. Algal stromatolites in the James Reef Complex (Lower Cretaceous), Fairway Field, Texas. - J. Sediment. Petrol., v. 39, N 4.
- Barghoorn E.S., Tyler S.A. 1965. Microorganisms from the Gunflint chert. - Science, v. 147, N 3658.
- Bertrand-Sarfati J. 1966. Essai de classement d'échantillons de stromatolites des séries précambriennes de l'Ahaggar occidental. - Bull. Soc. géol. France, t. 8, N 1.
- Bertrand-Sarfati J. 1968a. Découverte de micro-organismes dans les stromatolites de la série pourprée Tanezrouft oriental. - Compt. rend. Soc. géol. France, N 8.
- Bertrand-Sarfati J. 1968b. Les edifices stromatolitiques précambriens de série à stromatolitiques du Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara). - Bull. Soc. géol. France, t. 10, N 2.

- Мейен С.В. 1968. О методике исследования и описания ископаемых растений. — Палеонтолог. ж., № 3.
- Мейен С.В. 1970. Некоторые теоретические вопросы современной палеоботаники. — Палеонтолог. ж., № 4.
- Мирошников А.Е. 1965. О зависимости распределения форм строматолитов от литологических особенностей разреза (на примере верхнего докембрия Туруханского района). — В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Нужнов С.В. 1960. Строматолиты позднего докембрия и кембрия Учуро-Майского района. — Докл. АН СССР, т. 132, № 6.
- Нужнов С.В. 1967. Рифейские отложения юго-востока Сибирской платформы, М., "Наука".
- Нужнов С.В., Шаповалова И.Г. 1965. Расчленение якутского комплекса (средний рифей) по строматолитам в Учуро-Майском районе. — В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Нужнов С.В., Шаповалова И.Г. 1968. Расчленение якутского комплекса (среднего рифей) по строматолитам в Учуро-Майском районе. — В кн.: Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии. Якутск, Кн. Изд-во.
- Опорный разрез верхнедокембрийских отложений западного склона Анабарского поднятия. 1970. Л., изд. НИИГА.
- Проект стратиграфического комплекса СССР. 1970. Л., ВСЕГЕИ.
- Раабен М.Е. 1960. О стратиграфическом положении слоев с *Gymnosolen*. — В кн.: Стратиграфия позднего докембрия и кембрия. (Международ. геол. конгресс. XXI сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 8). М., Изд-во АН СССР.
- Раабен М.Е. 1964. Строматолиты верхнего рифейя Полодова края и их вертикальное распределение. — Бюлл. МОИП, отд. геол., т. 39, № 3.
- Раабен М.Е. 1969. Строматолиты верхнего рифейя (гимносолениты). — Труды ГИН АН СССР, вып. 203.
- Раабен М.Е. 1971. Верхний рифей как подразделение общей стратиграфической шкалы. Автореф. докт. дисс. М.
- Раабен М.Е., Забродин В.Е. 1969. К биостратиграфической характеристике верхнего рифейя Арктики. — Докл. АН СССР, т. 184, № 3.
- Раабен М.Е., Комар Вл.А. 1964. К изучению древнейших водорослей (О кн. А.Г. Волгодина "Древнейшие водоросли СССР"). — Изв. АН СССР, серия геол., № 6.
- Решение IV Палеозолого-литологической сессии. 1968. — Палеонтолог. ж., № 2.
- Салоп Л.И. 1968. Докембрий СССР. — В кн.: Геология докембрия (Международ. геол. конгресс. XXIII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 4). Л., "Наука".
- Салоп Л.И., Мурина Г.А. 1970. Возраст Бердяшского плутона рапакиви и проблема геохронологических границ нижнего рифейя. — Сов. геология, № 6.
- Семихатов М.А. 1960. О вертикальном распределении строматолитов в рифее Туруханского района. — Докл. АН СССР, т. 135, № 6.
- Семихатов М.А. 1962. Рифей и нижний кембрий Енисейского края. — Труды ГИН АН СССР, вып. 68.
- Семихатов М.А. 1966. К проблеме общей стратиграфической шкалы докембрия. — Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А. 1965. О применимости формальных видов столбчатых строматолитов для межрегиональной корреляции рифейских отложений. — Докл. АН СССР, т. 165, № 6.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А., Серебряков С.Н. 1967. Новые данные о строматолитах юдомской свиты и ее аналогов. — Докл. АН СССР, т. 195, № 5.
- Семихатов М.А., Комар Вл.А., Серебряков С.Н. 1970. Юдомский комплекс стратотипической местности. — Труды ГИН АН СССР, вып. 210.
- Семихатов М.А., Серебряков С.Н. 1967. Венд и нижний кембрий юго-восточной части Восточного Саяна. — Изв. АН СССР, серия геол., № 4.
- Серебряков С.Н. 1968. О вещественном составе строматолитовых биогермов рифей Восточной Сибири. — Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Серебряков С.Н. 1971. Строматолиты в ритмичных толщах рифейя. — Изв. АН СССР, серия геол., № 12.
- Сидоров А.Д. 1960. Новый нижнекембрийский строматолит Восточной Сибири. — Палеонтолог. ж., № 4.
- Слодкевич В.С., Соколов В.А., Бутин Р.В. 1960. Протерозойские водорослевые биогермы на Южном Оленьем острове в Карелии. — Докл. АН СССР, т. 134, № 2.

- Соколов Б.С. 1964. Вендский комплекс (венд) и проблема границы докембрия и палеозойской группы. - В кн.: Геология докембрия (Междунар. геол. конгресс. XXII сессия. Докл. сов. геологов. Проблема 10). М., Госгеолтехиздат.
- Соколов В.А. 1966. Распространение органики и проблематики в протерозойских образованиях Карелии. - В кн.: Остатки организмов и проблематики протерозойских образований Карелии. Петрозаводск, Карельск кн. изд-во.
- Соколов В.А., Бутин Р.В. 1961. Новый водорослевый горизонт в ятулийской терригенно-карбонатной толще Прионежья Карелии. - Докл. АН СССР, т. 140, № 1.
- Соколов В.А., Бутин Р.В. 1965. Водорослевые комплексы протерозоя Карелии и их геолого-литологическое значение. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Сонин Г.В. 1964. Некоторые типы пермских строматолитов и условия их образования. - В кн.: Итоги научной аспирантской конференции 1963 г. Казанского государственного университета. Тезисы докладов, Казань.
- Сонин Г.В. 1965. О взаимоотношении строматолитовых биогермов и гипсовых линз в кунгурском ярусе. - В кн.: Сборник аспирантских работ [Казанского государственного университета]. Естественные науки. Казань, Изд-во Казан. ун-та.
- Сонин Г.В. 1966. Экологическая морфология строматолитов. - В кн.: Научная конференция аспирантов [Казанского государственного университета] по геолого-минералогическим, географическим и биолого-почвенным наукам Казанского ун-та, 1965. Казань, изд-во Казан. ун-та.
- Фурдуй Р.С. 1965. Синийские строматолиты южной части Колымского массива. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Фурдуй Р.С. 1969. О рифейских отложениях Омолонского массива. - Докл. АН СССР, т. 188, № 1.
- Хоутон С.Ф. 1966. Африка южнее Сахары. Геологическая история. Пер. с англ. М., "Мир".
- Чернов Г.А. 1966. Силурийские строматолиты поднятия Чернова (Большеземельская, тундра). - В кн.: Стратиграфия и палеонтология Северо-Востока Европейской части СССР. М.-Л., "Наука".
- Шаповалова И.Г. 1965. Значение некоторых формальных родов строматолитов среднего рифея для палеогеографических построений. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шаповалова И.Г. 1968. О новой группе строматолитов *Jacutophyton* из верхнего протерозоя восточного склона Алданской антеклизы. - В кн.: Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии. Якутск, Кн. изд-во.
- Шаповалова И.Г. 1971. Стратиграфия и строматолиты среднерифейских отложений северной части Юдомо-Майского прогиба. Автореф. канд. дисс. Якутск.
- Шенфиль В.Ю. 1965а. Влияние среды обитания на форму строматолитовых построек. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шенфиль В.Ю. 1965б. Некоторые новые данные о строматолитах позднедокембрийских и раннекембрийских отложений Прибайкалья, Патомского нагорья и Южной Якутии. - В кн.: Всесоюзный симпозиум по палеонтологии докембрия и раннего кембрия, 1965. Тезисы докладов. Новосибирск.
- Шенфиль В.Ю. 1968. Строматолиты верхнедокембрийских отложений южного обрамления Сибирской платформы. Автореф. канд. дисс. Новосибирск.
- Яковлев Н.Н. 1934. О находке мурманского рода *Gymnosolen* в нижнем кембрии Восточной Сибири. - Докл. АН СССР, т. 2.
- Achauer C.W., Johnson J.H. 1969. Algal stromatolites in the James Reef Complex (Lower Cretaceous), Fairway Field, Texas. - J. Sediment. Petrol., v. 39, N 4.
- Barghoorn E.S., Tyler S.A. 1965. Microorganisms from the Gunflint chert. - Science, v. 147, N 3658.
- Bertrand-Sarfati J. 1966. Essai de classement d'échantillons de stromatolites des séries précambriennes de l'Ahaggar occidental. -- Bull. Soc. géol. France, t. 8, N 1.
- Bertrand-Sarfati J. 1968a. Découverte de micro-organismes dans les stromatolites de la série pourprée Tanezrouft oriental. - Compt. rend. Soc. géol. France, N 8.
- Bertrand-Sarfati J. 1968b. Les edifices stromatolitiques précambriens de série à stromatolitiques du Nord-Ouest de l'Ahaggar (Sahara). - Bull. Soc. géol. France, t 10, N 2.

- Bertrand-Sarfati J. 1969. Etude comparative des édifices stromatolitiques de plusieurs horizons calcaires du Précambrien supérieur de l'Ahaggar occidental (Tanezrouft et Ahnet). - Bull. Soc. histoire natur. Afr. Nord, t. 60, N 1-2.
- Bertrand-Sarfati J. 1970. Les édifices stromatolitiques de la série calcaire du Hank (Précambrien supérieur): description, variations latérales, paléo-écologie (Sahara occidental, Algérie). - Bull. Soc. histoire natur. Afr. Nord, t. 61, N 1-2.
- Black M. 1933. The algal sediments of Andros Island, Bahamas. - Philos. Trans. Roy. Soc. London, ser. B, v. 222.
- Bradley W.H. 1923. Algal reef and oolites of the Green River Formation. - U.S. Geol. Surv. Profess. Paper, N 154-C.
- Bradley W.H. 1929. Cultures of algal oolites. - Amer. J. Sci., ser. 5, v. 18.
- Cahen L. et al. 1946a. Aperçu sur la question des algues des séries calcaires anciennes du Congo Belge et essai de corrélation. - Bull. Soc. géol. Belge, t. 55.
- Cahen L. et al. 1946b. Note préliminaire sur les algues des séries calcaires anciennes du Congo Belge. - Bull. Serv. géol. Congo Belge, t. 2, N 2.
- Cloud P.E. 1942. Notes on stromatolites. - Amer. J. Sci., v. 240, N 5.
- Cloud P.E. 1965. Significance of the Gunflint (Precambrian) microflora. - Science, v. 148, N 3666.
- Cloud P.E. 1968. Pre-metazoan evolution and the origins of the metazoa. - In: Evolution and environment. New Haven, London, Yale Univ. Press.
- Cloud P.E., Semikhatov M.A. 1969. Proterozoic stromatolite zonation. - Amer. J. Sci., v. 267, N 9.
- Dalrymple D.W. 1965. Calcium carbonate deposition associated with blue-green algal mats, Baffin Bay, Texas. - Publ. Inst. Marine Sci. Texas, v. 10.
- Davis R.A. 1968. Algal stromatolites composed of quartz sandstone. - J. Sediment. Petrol., v. 38, N 3.
- Donaldson J.A. 1963. Stromatolites in the Denault Formation, Marion Lake, Coast of Labrador, Newfoundland. - Bull. Geol. Surv. Canada, v. 102.
- Dorn P. 1953. Die Stromatoliten des Unteren Buntsandstein in nordlichen Harzvorland. - Neues Jahrd. Geol. und Paläontol., Bd. 97, N 1-3.
- Eardley A.J. 1938. Sediments of Great Salt Lake. - Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists, v. 22.
- Fanning N.G.T. 1969. Stromatolites from the Middle Red Sandstone of Western Orkney. - Geol. Mag., v. 106, N 1.
- Fenton C.L. 1953. Pre-Cambrian and Early Paleozoic algae. - Amer. Midland Naturalist, v. 30, N 1.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1931. Algae and algal beds in the Belt series of Glacier National Park. - J. Geol., v. 39, N 7.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1933. Algal reefs or bioherms in the Belt series of Montana. - Bull. Geol. Soc. America, v. 44, N 6.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1936. Walcott's "Pre-Cambrian Algonkian algal flora" and associated animals. - Bull. Geol. Soc. America, v. 47, N 4.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1937. Belt series in the North: stratigraphy, sedimentation, paleontology. - Bull. Geol. Soc. America, v. 48, N 12.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1938. Primitive algae as environment indicators. - Pan-Amer. Geol., v. 70, N 1.
- Fenton C.L., Fenton M.A. 1939. Pre-Cambrian and Paleozoic algae. - Bull. Geol. Soc. America, v. 50, N 1.
- Forel F.A. 1901. Le Léman, t. 3. Lausanne.
- Fott B. 1959. Algenkunde. Jena.
- Freutet P., Plaziat J.-C. 1966. Importance des constructions algaires dues à des Cyanophycées dans les formations continentales du Crétacé supérieur et de l'Eocène du Languedoc. - Bull. Soc. géol. France, t. 7, N 5.
- Fritsch F.E. 1965. The structure and reproduction of the algae, v. 2, Cambridge.
- Garrett P. 1970. Phanerozoic stromatolites: noncompetitive ecologic restriction by grazing and burrowing animals. - Science, v. 169, N 3941.
- Gebelein C.D. 1969. Distribution, morphology and accretion rate of recent subtidal algal stromatolites, Bermuda. - J. Sediment. Petrol., v. 39, N 1.
- Ginsburg R.N. 1955. Recent stromatolitic sediments from South Florida. - J. Paleontol., v. 29.

- Ginsburg R.N. 1960. Ancient analogues of recent stromatolites. - Proc. 21 Internat. Geol. Congr. Norden, pt 22. Copengagen.
- Glaessner M.F., Preiss W.V., Walter M.R. 1969. Precambrian columnar stromatolites in Australia: morphological and stratigraphic analysis. - Science, v. 164, N 3883.
- Gregoire Ch, Monty Cl 1963. Observations au microscope électrique sur le calcaire à pate fine entrant dans la constitution de structures stromatolithiques du Viseen moyen de la Belgique. - Ann. Soc. géol. Belgique t. 85, N 5-10.
- Grout F.F., Broderick T.M. 1919. Organic structures in the Biwabik iron-bearing formation of the Huronian in Minnesota. - Amer. J. Sci., v. 48, N 287.
- Gürich G. 1906. Les spongiostromides du Viseen de la province de Namur. - Mem. Musée histoire natur. Belgique, pt 3.
- Gürich G. 1907. Spongiostromidae - eine neue Familie krustenbildender Organismen aus dem Kohlenkalke von Belgien. - Neuss Jahrb. Mineral, Geol. und Paläontol., Bd. 1.
- Hall J. 1883. Description of Cryptozoon polyferum. - Annual Rept N.Y. State Museum, v. 36.
- Härme M., Perttunen V. 1964. Stromatolite structures in Precambrian dolomite in Terevola, North Finland. - Bull. Commiss. géol. Finlande, v. 35, N 12.
- Harris L.D. 1966. Algal stromatolites of the Upper Cambrian copper Ridge Dolomite in Union and Claiborne Counties, Tennessee. - U.S. Geol. Surv. Profess. Paper, N 550-C.
- Hoffman P.F. 1967. Algal stromatolites - use in stratigraphic correlation and paleocurrent determination. - Science, v. 157.
- Hoffman P.F. 1968. Precambrian stratigraphy, sedimentology, paleocurrents and paleoecology in the East Arm of Great Slave Lake, District of Mackenzie. - Geol. Surv. Canada, Paper 68-1A.
- Hoffman P.F., Logan B.W., Gebelein C.D. 1969. Biological versus environmental factors governing the morphology and internal structure of recent algal stromatolites in Shark Bay, Western Australia. - Geol. Soc. America, Northeastern Sect., 4th Annual Meeting, Abstr., pt 1.
- Hofmann H.J. 1969a. Attributes of stromatolites. - Geol. Surv. Canada, Paper 39.
- Hofmann H.J. 1969b. Stromatolites from the Proterozoic Animikie and Sibley groups. - Geol. Surv. Canada, Paper 68-69.
- Hommeril P., Rioult M. 1965. Etude de la fixation des sédiments meubles par deux algues marines: Rhodothamniella floridula (Dillwyn) J. Feldm. et Microcoleus chthonoplastes Ihur. - Marine Geol., t. 3, N 1-2.
- Hose R.K. 1961. Physical characteristics of Upper Cambrian stromatolites in Western Utah. - U.S. Geol. Surv. Profess. Paper, N 424-D.
- Howe W.B. 1966. Digitate algal stromatolite structures from the Cambrian and Ordovician of Missouri. - J. Paleontol., v. 40, N 1.
- Howell D.G. 1971. A stromatolite from the Proterozoic Pahrump Group, Eastern California. - J. Paleontol., v. 45, N 1.
- Johnson J.H. 1940. Lime-secreting algae and algal limestones from the Pennsylvanian of Central Colorado. - Bull. Geol. Soc. America, v. 51, N 4.
- Kalkowsky E. 1908. Über Oolith und Stromatolith in norddeutschen Buntsandstein. - Z. Dtsch. geol. Ges., Bd. 60.
- Kaufman W.L. 1964. Diverse stromatolite forms from the Upper Devonian of Saskatchewan. - Bull. Canad. Petrol. Geologist, v. 12, N 2.
- Kendall C.G., Skipwith P.A. 1968. Recent algal mats of a Persian Gulf lagoon. - J. Sediment. Petrol., v. 38, N 4.
- Knight S.H. 1968. Precambrian stromatolites, bioherms and reefs in the Lower half on the Nash Formation, Medicine Bow Mountains, Wyoming. - Univ. Wyoming Contris Geol., v. 7, N 2.
- Logan B.W. 1961. Cryptozoon and associate stromatolites from the recent, Shark Bay, Western Australia. - J. Geol., v. 69, N 5.
- Logan B.W., Rezak R., Ginsburg R.N. 1960. Classification and environmental significance of stromatolites. - Bull. Geol. Soc. America, v. 70, N 12, pt 2.
- Logan B.W., Rezak R., Ginsburg R.N. 1962. Classification and environmental significance of stromatolites. A and M College Texas, Dept 62-10T.

- Logan B.W., Rezak R., Ginsburg R.N. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. - *J. Geol.* v. 72, N 1.
- Macgregor A.M. 1940. A Pre-Cambrian algal limestones in Southern Rhodesia. - *Trans. geol. Soc. S. Africa*, v. 43.
- McMaster R., Conover J. 1966. Recent algal stromatolites from the Canary Islands. - *J. Geol.*, v. 74, N 5, pt 1.
- Mawson D. 1929. Some Australian algal limestones in process of formation. - *Quart. J. Geol. Soc. London*, v. 85.
- Menchikoff N. 1945. A propos des stromatolites sud marocains. - *Compt. rend. Soc. géol. France*, N 12.
- Menchikoff N. 1946. Les formations á stromatolithes dans le Sahara Occidental. - *Bull. Soc. géol. France*, t 16, N 7-9.
- Menchikoff N. 1948. A propos des "Conophyton" du Congo Belge. - *Compt. rend. Soc. géol. France*, N 9-10.
- Metzger A. 1924. Die Jatullischen Bildungen von Suojärvi in Ostfinland. - *Bull. Commiss. géol. Finlande*, N 64.
- Monty C. 1963. Biostromes stromatolithiques dans le Viseen moyen de la Belgique. - *C. r. Acad. sci. Paris*, t 256, N 26.
- Monty C. 1965. Recent algal stromatolites in the Windward lagoon, Andros Island, Bahamas. - *Ann. Soc. géol. Belgique*, v. 88, N 5-6.
- Monty C. 1967. Distribution and structure of recent stromatolitic algal mats, eastern Andros Island, Bahamas. - *Ann. Soc. géol. Belgique*, t. 90, N 1-3.
- Monty C. 1971. An autoecological approach of intertidal and deep water stromatolites. - *Ann. Soc. géol. Belgique*, t 94, N 3.
- Monty C. 1972. Recent algal stromatolitic deposits, Andros Island, Bahamas. Prelim. rept. - *Geol. Rundschau*, Bd 61, N 2.
- Pia J. 1927. Thalophyta. - In: M. Hirmer. *Handbuch der Palaeobotanik*, Bd. 1. München-Berlin, R. Oldenburg.
- Playford P.E., Cockbain A.E. 1969. Algal stromatolites; deepwater forms in the Devonian of Western Australia. - *Science*, v. 165, N 3897.
- Potonié R. 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. I Teil: Sporites. - *Beih. Geol. Jahrb.*, v. 23.
- Radwansky A., Szulczewski M. 1965. Stromatolitik a Villanyi-hegység jura rétegeiben. - *Földt. közl.*, v. 95, N 4.
- Radwansky A., Szulczewski M. 1966. Jurassic stromatolites of the Villany Mountains (Southern Hungary). - *Ann. Univ. sci. Budapest. Sec. geol.*, v. 9.
- Reis O.M. 1923. Kalkalgen und Seesinterkalk aus rheinpfälzischen Tertiär. - *Geognost. Jahrb.*, Bd. 36.
- Rezak R. 1954. Stromatolite classification in the Belt Series. - *Science*, v. 119, N 3097.
- Rezak R. 1957. Stromatolites of the Belt Series in Glacier National Park and Vicinity, Montana. - *U.S. Geol. Surv. Profess. Paper*, N 294-D.
- Rossi D. 1967. Le stromatoliti della regione dolomitica. - *Natura alpina*, v. 18, N 2.
- Segre A.G. 1968. Facies a stromatoliti nei calcari dolomitici dell'isola di Zannone. - *Atti Soc. tosc. Sci. natur.*, A 75, N 2.
- Shinn E. 1963. Spur and groove formation on the Florida reef tract. - *Geol. Soc. America Spec. Paper*, N 73.
- Sfeimann G. 1911. Über Gymnosolen ramsayi, eine Coelenterate von der Halbinsel Kanin. - In: Ramasay W. *Beiträge zur Geologie der Halbinsel Kanin*. - *Fennia*, Bd. 31, N 4.
- Stockman K.W., Ginsburg R.N., Shinn E.A. 1967. The production of lime mud by algal in South Florida. - *J. Sedimentol. Petrol.*, v. 37, N 2.
- Szulczewski M. 1963. Stromatolity z batonu wierchowego Tatr. - *Acta geol. polon.*, v. 13, N 1.
- Szulczewski M. 1966. Stromatolity jurajskie. - *Roczn. Polsk. towarz. geol.*, v. 36, N 3.
- Szulczewski M. 1968. Stromatolity jurajskie v Polsce (Jurassic stromatolites of Poland). - *Acta geol. polon.*, v. 18, N 1.
- Textoris D.A. 1966. Algal cap for a Niagaran (silurian) carbonate mud mound of Indiana. - *J. Sedimentol. Petrol.*, v. 36, N 2.
- Textoris D.A., Carozzi A.V. 1966. Petrography of a Gaygan (Silurian) stromatolite mound and associated facies, Ohio. - *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geologists*, v. 50, N 7.

- Valdiya K.S. 1969. Stromatolites of the Lesser Himalayan karbonate formations and the Vindhyaans. - J. Geol. Soc. India; v. 10, N 1.
- Walcott C.D. 1914. Pre-Cambrian algonkian algal flora. - Smithsonian Misc. Collect., v. 64, N 2.
- Walter M.R. 1970. Stromatolites used to determine the time of nearest approach of Earth and Moon. - Science, v. 170, N 3964.
- Wolf K.H. 1965. Gradational sedimentary products of calcareous algal - Sedimentology, v. 5, N 1.
- Young R.B. 1943. The domical columnar structure and other minor deformations in the Dolomite series. - Trans. Geol. Soc. South Africa, v. 46, p. 91.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Раздел первый.	
ПРИРОДА СТРОМАТОЛИТОВ И УСЛОВИЯ ИХ ОБРАЗОВАНИЯ	9
Глава I. <u>Определения и основные термины</u>	9
Глава II. <u>Строматолиты как продукт жизнедеятельности синезеленых водорослей</u>	17
Синезеленые водоросли и карбонатоосаждение	19
Связь морфологии построек с составом водорослей-строматолитообразователей	23
Текстура и структура современных строматолитов	25
Глава III. <u>Условия образования строматолитов</u>	30
Соленость	30
Глубины, течения, активность волн	34
Субстрат	40
Осадки, вмещающие строматолиты	41
Раздел второй.	
ПРОБЛЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ СТРОМАТОЛИТОВ И МЕТОДИКА ИХ ИЗУЧЕНИЯ	47
Глава I. <u>Основные принципы классификации строматолитов</u>	47
Глава II. <u>Существующие классификации</u>	49
Глава III. <u>Постоянство и изменчивость морфологии строматолитов. Биогермные ряды</u>	73
Глава IV. <u>Методика изучения строматолитов</u>	86
Полевые исследования	86
Камеральная обработка	86
Вопросы номенклатуры и типификации	90
Степень детальности изучения и способы подачи результатов исследования	91
Раздел третий.	
СТРОМАТОЛИТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ	95
Глава I. <u>Докембрий</u>	96
Первый строматолитовый комплекс рифея – бурзянский (нижний рифей)	99
Второй строматолитовый комплекс рифея – юрматинский, или якутский (средний рифей)	120
Третий строматолитовый комплекс рифея – каратауский (верхний рифей)	132
Четвертый строматолитовый комплекс рифея – вендский, или юдомский (терминальный рифей)	144
Сравнительная характеристика рифейских строматолитовых комплексов	153

Глава II. <u>Фанерозой</u>	157
Палеозой	157
Мезозой и кайнозой	176
Общая характеристика фанерозойских строматолитов	181
Глава III. <u>Использование строматолитов для стратиграфии докембрия</u>	182
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	197
Приложение.	
ОПИСАНИЕ НЕКОТОРЫХ ГРУПП И ФОРМ СТРОМАТОЛИТОВ	199
<u>Докембрий</u>	199
Тип столбчатые строматолиты	199
Группа <i>Niella</i> Krylov, гр. п.	199
Тип столбчато-желваковые строматолиты.	200
Группа <i>Gaia</i> Krylov, гр. п.	200
<u>Ордовик</u>	201
Тип столбчатые строматолиты	201
Группа <i>Columnacollenia</i> Koroljuk, 1960	201
Тип столбчато-пластовые строматолиты	201
Группа <i>Columnaefacta</i> Koroljuk, 1960	201
Тип желваковые строматолиты	204
Группа <i>Colleniella</i> Koroljuk, 1960	204
<u>Девон</u>	206
Тип столбчато-пластовые строматолиты	206
Группа <i>Columnaefacta</i> Koroljuk, 1960	206
<u>Карбон</u>	207
Тип столбчато-пластовые строматолиты	207
Группа <i>Columnaefacta</i> Koroljuk, 1960	207
ТАБЛИЦЫ I-XX	209
ЛИТЕРАТУРА	229

CONTENTS .

INTRODUCTION 5

Part one

NATURE AND ENVIRONMENTS OF STROMATOLITES. 9

Chapter I. Definitions and terminology 9

Chapter II. Stromatolites as a product of life activity of the blue-green algae. . 17
Blue-green algae and carbonate precipitation 19
Morphology of stromatolites and the stromatolite-building algae communities 23
Texture and structure of recent stromatolites 25

Chapter III. Environments of stromatolites 30
Salinity 30
Depth, currents, wave activity 34
Substratum 40
Stromatolites enclosing sediments 41

Part two

THE PROBLEMS OF STROMATOLITE CLASSIFICATION AND THE METHODS OF THEIR STUDY 47

Chapter I. The main principles of stromatolite classification 47

Chapter II. The current classification 49

Chapter III. Stability and variability of the stromatolite morphology. Bioherm sets 73

Chapter IV. Methods of study of stromatolites 86
Field investigations 86
Laboratory treatment 88
Nomenclature and typification 90
Degree of detailed study and the mode of presentation of the results of the study 91

Part three

STROMATOLITE ASSEMBLAGES 95

Chapter I. Precambrian 96
The first Riphean (Burzianian) stromatolite assemblage (the Lower Riphean) 99
The second Riphean (Yurmatinian or Yacutian) stromatolite assemblage (the Middle Riphean) 120
The third Riphean (Karatauian) stromatolite assemblage (the Upper Riphean) 132
The fourth Riphean (Vendian or Yudomian) stromatolite assemblage (the Terminal Riphean) 144
The comparative characteristics of the Riphean stromatolite assemblages 153

Chapter II. <u>Phanerozoic</u>	157
Paleozoic	157
Mesozoic and Cenozoic	176
General characteristics of the Phanerozoic stromatolites	181
Chapter III. <u>The stratigraphical significance of the Precambrian stromatolites</u>	182
CONCLUSION	197
Supplement.	
SYSTEMATIC DESCRIPTION OF SOME GROUPS AND FORMS OF STROMATOLITE	199
<u>Precambrian</u>	199
Type – columnar stromatolites	199
Group <i>Iliella</i> Krylov, gr. n.	199
Type – columnar–nodular stromatolites	200
Group <i>Gaia</i> Krylov, gr. n.	200
<u>Ordovician</u>	201
Type – columnar stromatolites	201
Groupe <i>Collumnacollenia</i> Koroljuk, 1960	201
Type – columnar–stratiform stromatolites	201
Groupe <i>Collumnaefacta</i> Koroljuk, 1960	201
Type – nodular stromatolites	204
Group <i>Colleniella</i> Koroljuk, 1960	204
<u>Devonian</u>	206
Type – columnar–stratiform stromatolites	206
Groupe <i>Collumnaefacta</i> Koroljuk, 1960	206
<u>Carboniferous period</u>	207
Type – columnar–stratiform stromatolites	207
Groupe <i>Collumnaefacta</i> Koroljuk, 1960	207
PLATES I–XX	229
REFERENCES	209

Игорь Николаевич Крылов

СТРОМАТОЛИТЫ РИФЕЯ И ФАНЕРОЗОЯ СССР

Утверждено к печати
Ордена Трудового Красного Знамени
Геологическим институтом АН СССР

Редактор издательства И.М.Ерофеева
Художественный редактор В.А.Чернецов
Технический редактор Н.А.Посканина

Подписано к печати 13/II - 75г. Т - 03029
Усл.печл. 21,4. Уч.-изд.л. 20,09
Формат 70 × 108 $\frac{1}{2}$ 6. Бумага офсетная № 1
Тираж 700 экз. Тип. зак. 1622
Цена 2 р. 18 к.

Книга издана офсетным способом

Издательство "Наука"
103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21
1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград, В-34, 9-я линия, 12

Опечатки и исправления

страница	строка	напечатано	следует читать
стр. 45	7 сл.	продольным	подробным
стр. 153	12 св.	<i>Voxonia</i>	<i>Jurusania</i>

И.Н. Крылов, Строматолиты рифея и фанерозоя СССР.

2 р. 18 к.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»