

Е. И. Кулагина, И. А. Скуин, О. Л. Коссовая

ПЕРМСКИЙ РИФ ШАХТАУ



Российская академия наук
Уфимский научный центр
Институт геологии (ИГ УНЦ РАН)

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт
им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ)

ОАО «Башкирская содовая компания»

ЗАО «Сырьевая компания»

Е. И. Кулагина, И. А. Скуин, О. Л. Коссовая

ПЕРМСКИЙ РИФ ШАХТАУ

2015

УДК 56 (470.57):551.736.1
ББК 26.33
П26

Кулагина Е. И., Скуин И. А., Коссовая О. Л.

П26 Пермский риф Шахтау. — Уфа: Белая Река, 2015. — 72 с.: ил.
ISBN 978-5-87691-119-3

Настоящая книга рассказывает об ископаемом рифе, который образовался в пермском периоде в Палеоуральском океане. Читатели познакомятся с экспонатами коллекции остатков древних организмов и горных пород, собранных участковым геологом карьера Шахтау И. А. Скуиным в 1985–2013 годы. «Сырьевой компанией» на основе этой коллекции создан Музей камня, который носит имя Ивана Скуина. Образцы музея дают представление о древнем океане и его обитателях, существовавших почти 300 млн. лет назад.

Книга рассчитана на преподавателей, студентов, школьников и любителей палеонтологии.

Ответственный редактор — член-корр. РАН Б. И. Чувашов.

Рецензенты:

кандидат геолого-минералогических наук Г. А. Данукалова, ИГ УНЦ РАН,
кандидат геолого-минералогических наук С. В. Николаева, ПИН РАН.

Печатается по решению Ученого совета ИГ УНЦ РАН.
Протокол №5 от 03.12.2014.

© Кулагина Е. И., Скуин И. А., Коссовая О. Л., 2015

© ОАО «Башкирская содовая компания», 2015

ISBN 978-5-87691-119-3

© ЗАО «Сырьевая компания», 2015

Kulagina E. I., Skuin I. A., Kossovaya O. L.

Permian reef Shakhtau. Ufa: Belaya Reka, 2015, 72 p.: figs.

This book discusses the fossil reefs formed in the Permian period in the Paleouralian Ocean, and the exhibition of collections of remains of ancient organisms and rocks assembled by Ivan A. Skuin, regional geologist of the Shakhtau Quarry from 1985 to 2013. The «Stock company» corporation founded the «Museum of stone» based on these collections, and dedicated it to Ivan Skuin. The museum's displays paint a picture of the ancient ocean of nearly 300 million years ago, and its inhabitants.

The book is designed for teachers, students, schoolchildren and lovers of paleontology.

*Палеонтологическая литература не устаревает...
Именно поэтому непреходящую национальную
и международную ценность имеют все
палеонтологические музеи мира и хранилища
палеонтологических коллекций.*

Академик Б. С. Соколов



Иван Альбертович Скуин,
участковый геолог карьера Шахта,
собранный уникальную коллекцию
ископаемых пермского периода.

Вступительное слово

Горное дело и геология издревле были основой становления человека как существа разумного, мудрого, рационального. И в общем прогрессе общества, и в ряду естественных наук роль «рудознатцев», известных на Руси с XV века, занимает достойное место. В XVII- XVIII веках стали появляться первые геологические коллекции, накапливались знания, сформировалась современная геология как наука и отрасль производства.

На Урале и в Башкортостане такие знания ценились, накапливались и передавались из поколения в поколение. Замечательно, что традиции научных исследований, обобщения багажа геологической информации и её передача широкому кругу лиц продолжают. Считаю, что новая научно-популярная книга «Пермский риф Шахтау» будет хорошим подспорьем для школьников — членов всероссийского движения юных геологов, студентов, а также всех, кто любит родной край, его прошлое и настоящее.

Активные исследования, популяризация уникальных экспонатов, безусловно, укрепят связи между наукой, образованием и производством. Новая книга, увидевшая свет при поддержке бизнеса, — хорошее тому подтверждение и пример для подражания.

Рамиль Бахтизин,
Президент Академии наук Республики Башкортостан.

Предисловие

Этого человека каждый называл в соответствии со своими впечатлениями — хранитель музея, геолог, палеонтолог, учёный, экскурсовод, знаток каменных дел, увлечённый человек. Эти и другие определения я слышала от гостей музея камня в Стерлитамаке, коллег, соотечественников и иностранцев. А по большому счёту, Иван Альбертович был хранителем древних тайн тёплого уральского моря, которое простиралось здесь примерно 300 млн. лет назад, и просто человеком, который всех восхищал.

Иван Скуин в 60-е годы окончил горный техникум в Баймаке, отделение разработки рудных и рассыпных месторождений цветных и редких металлов. По распределению попал в Кумертау, на разработку бурого угля. В 1965 году пришёл на стерлитамакское предприятие «Сода». Сначала работал экскаваторщиком, потом — мастером смены горного участка, старшим инженером и, конечно, геологом.

В 1984 году после экскурсии на Шахтау участники Международного конгресса оставили часть образцов, которые не смогли увезти с собой. Эти образцы и легли в основу коллекции Ивана Альбертовича. А ещё раньше молодой и заинтересованный мастер горного участка не раз слушал лекции московского учёного, профессора Ирины Константиновны Королюк, которая изучала стерлитамакские шиханы. Она продолжила работу своей матери Дагмары Максимиллиановны Раузер-Черноусовой, которая также посвятила часть жизни изучению пермского рифа Шахтау. Ирина Константиновна активно искала остатки ископаемых, а также пыталась пробудить интерес к палеонтологии у окружающих. Иван Скуин очень скоро сам начал определять в известняках животных древнего мира: палеоплизины, кораллы, губки, мшанки, криноидеи, фузулиниды, брахиоподы, наутилоидеи, аммониты и другие фоссилии.

Как участковый геолог Иван Скуин должен был следить за качеством и количеством добываемого сырья, постоянно вести эксплуатационную разведку, исправно предоставлять отчёты в контролирующие органы. Кроме своей основной работы, Иван Альбертович на свой страх и риск начал проводить небольшие экскурсии для заинтересованных людей. Он с увлечением рассказывал и показывал образцы коллекции — остатки древних организмов, населявших морской бассейн много миллионов лет назад. Экспонаты будущего музея первое время хранились в коробках, которые ютились в тесном кабинете геолога и маркшейдера. Возрастающий поток желающих ознакомиться с удивительными экспонатами ископаемого рифа и интерес научной общественности способствовали созданию неофициального музея камня при «Сырьевой компании». С 1997 года Музей камня располагается в административном здании. «Сырьевая компания», понимая значимость коллекции для современников, позаботилась об удобном размещении экспонатов в современных витринах.



И.А. Скуин проводит экскурсию в музее, 2012 г. Фото А. Воронова.



Молодые специалисты БСК на экскурсии, 2013 г. Фото А. Воронова.



И. А. Скуин со студентами БашГУ в музее, 2001 г. Фото Г. Данукаловой.



На международной экскурсии, 2004 г. Слева направо: И.А. Скуин, В.Н. Пучков, директор Института геологии (ИГ УНЦ РАН), Брендан Мёрфи (Brendan Murphy), руководитель проекта IGCP 453. Фото Г. Данукаловой.



Экскурсия в карьере с Евгением Барабошкиным, профессором геологического факультета МГУ, 2014 г. Фото М. Коротковой.



И.А. Скуин с Майклом Оутсом (Michael Oates), геологом из Англии, 2004 г. Фото Е. Кулагиной.

В последние годы учёные всего мира приезжают сюда в рамках мировых палеонтологических и геологических конгрессов, чтобы ознакомиться с богатым материалом рифогенных известняков для сравнения в своих научных исследованиях. Учёным ещё не раз предстоит обращаться к этой коллекции, так как Иван Скуин собрал исключительно ценный и богатейший материал — в музее и запаснике около трёх тысяч экспонатов.

Во время экскурсий посетители музея — школьники, студенты, их преподаватели, геологи, палеонтологи, нефтяники, учёные, руководители крупных компаний — часто улыбались и даже смеялись живой и образной речью Ивана Альбертовича. «Получите современное оборудование для дальнейшей работы с экспонатами», — часто шутил он про обыкновенную лупу. Иван Альбертович рассказывал про каждый экспонат с упоением коллекционера, он знал историю каждого камешка — о месте и времени находки, процессе исследования. Он, как живая книга, опытный проводник, и все его путеводные истории по музею — со своим характером и оттенками, в них — его душа, его открытия и накопленные годами наблюдения. «А здесь моя гордость и единственное «живое» существо в этой витрине, — рассказывал около одного экспоната Иван Альбертович. — Два палеонтолога из Японии спорили, махали руками, думал, подерутся — не подрались, а в итоге сделали заключение, что это редкий коралл рода *Timania*, написали этикетку и положили рядом с экспонатом».

Мэтром он себя никогда не считал, хотя и был им в полной мере. А ещё у Ивана Альбертовича была редкая для коллекционера особенность — он щедро делился мини-коллекциями с музеями и геологическими организациями, а для многочисленных посетителей всегда находился маленький кусочек рифа в подарок, который они уносили с собой как великое сокровище. Он называл это «заразить геологией». Все это способствовало развитию интереса к геологии у школьников. Один уфимский школьник пожелал Ивану Скуину не иметь ни одного выходного, ни одного больничного и праздничного дня, чтобы всегда быть доступным для таких важных экскурсий по музею камня... Иван Альбертович наказ школьника исполнил неукоснительно, хотя не упускал случая пошутить над этим «требованием». Ни выходных, ни отгулов, ни отпусков он себе не устраивал, праздничных дней не замечал, а болеть старался «быстро» и незаметно. Только придя в себя после тяжелой болезни, он уже отвечал на звонки из разных городов, записывал на экскурсии, распределял время школьников из Сибая и Салавата, учителей из Уфы и так до бесконечности, пока билось это большое сердце, открытое для всех в любое время суток.

Марина Короткова.

P.S. Карбонатные породы лучше всего видны после дождя — интересные и ценные образцы можно заметить сразу. Поэтому если ночью дождик — утром Иван Альбертович с молоточком на гору...

Введение

Карьер Шахтау, расположенный у г. Стерлитамака Республики Башкортостан на правом берегу р. Белой, представляет собой оставшуюся часть ископаемого рифа, который формировался в пермском периоде в Палеоуральском океане. Иван Альбертович Скуин, работая 23 года участковым геологом карьера, по собственной инициативе собрал уникальную коллекцию остатков ископаемой фауны, горных пород и минералов. Он был очень увлеченным геологом, много читал и писал статьи в газеты о древнем мире Шахтау (Скуин, 1991, 1997, 1998 гг. и др.). Экспонаты коллекции выставлены в специально отведенном для музея помещении, выделенном администрацией ЗАО «Сырьевая компания», которая взяла музей под свою опеку.

Карьер и коллекция вызывают живой интерес как свидетельство геологической истории нашей Земли. Коллекцию приезжают смотреть школьники, преподаватели, геологи и палеонтологи со всего мира. Карьер Шахтау посещали участники четырех Международных конгрессов по геологии карбона и перми (1937, 1975, 1984, 1991 гг.), Международного конгресса по кораллам и губкам в 2007 г. и множества других экскурсий. Ни одна международная геологическая экскурсия на Южном Урале не обходится без посещения Музея камня Ивана Скуина.

История изучения рифового массива до 1985 года детально описана И.К. Королюк (1985) в книге «Методы и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау», поэтому мы не будем на ней останавливаться. Отметим лишь, что впервые предположение о рифовой природе шиханов высказал Д.В. Наливкин в 1932 г. После открытия нефти в Приуралье в том же 1932 г. к шиханам проявился особый интерес в связи с их сходством с погребенными нефтегазоносными массивами. Детальная разведка Шахтау и массовое бурение с целью выяснения пригодности известняков для содово-цементного комбината способствовали изучению геологической ситуации данного района, особенностей истории формирования погребенных массивов и обоснованию их рифовой природы. Последовательная разработка Шахтау карьерами дала уникальный материал, позволивший изучить строение рифового массива в объеме, выявить его литологические и палеонтологические особенности как единой рифовой экосистемы.

Результаты исследований пермских отложений Урала, в том числе рифовых фаций, демонстрировались на Международном конгрессе «Пермская система земного шара» в 1991 г., материалы которого опубликованы под редакцией Б.И. Чувашова и А.М. Нейнра. В 90-х годах прошлого века специальные работы по изучению рифовых массивов Ишимбайского района Башкортостана проводились группой геологов Института геологии и геохимии РАН совместно с французскими коллегами под руководством Б.И. Чувашова. В результате этих работ получены интересные оригиналь-

ные результаты по условиям формирования рифов и описанию ископаемых организмов (Чувашов и др., 1990, 1996; Чувашов, 2001).

Ископаемый риф изучали известные геологи, палеонтологи и стратиграфы как России, так и других стран. О нем написано много научных статей в российских журналах, трудах ведущих геологических институтов.

Эта книга рассчитана на широкий круг читателей, в ней обобщены сведения об истории формирования древнего рифа, дано описание коллекции ископаемых остатков древних организмов, строивших риф и обитавших на нем.

Фотографии образцов музейной коллекции сделаны Н.М. Фалелюхиным (ИГ УНЦ РАН), А.Е. Вороновым (ОАО БСК), А.Н. Коротковым, С.М. Кулагиным (ИГ УНЦ РАН), Е.И. Кулагиной (ИГ УНЦ РАН). Микрофотографии шлифов выполнены в Региональном аналитическом Центре коллективного пользования уникальным оборудованием Уфимского научного центра Российской академии наук, высших учебных заведений и Академии наук Республики Башкортостан «Агидель» при консультации Ю.А. Лебедева. В книгу также вошли интересные фотографии горных пород и ископаемых организмов, сделанные непосредственно в карьере во время экскурсий В.Н. Пучковым, Е.И. Кулагиной, М.В. Коротковой, Г.А. Данукаловой, Майклом Оутсом (Michael Oates). Ископаемые остатки Шахтау определяли: Е.И. Кулагина, Т.Н. Исакова (фораминиферы), О.Л. Коссовая (кораллы), Н.А. Кучева (брахиоподы), А.В. Мазаев (гастроподы), К.В. Борисенков (аммониты), С.В. Наугольных (растения). Авторы также консультировались с А.С. Алексеевым и Э.В. Мычко по ископаемым трилобитам.

Ценные замечания и рекомендации сделали Г.А. Данукалова и С.В. Николаева. Текст прочитал Б.И. Чувашов, чьи рекомендации улучшили содержание книги. Мы благодарны всем коллегам, оказавшим помощь в подготовке публикации.

Авторы благодарят акционеров, руководство и специалистов «Башкирской содовой компании» и «Сырьевой компании», содействовавшим в подготовке книги и оказавшим помощь в организационных вопросах.

Книга опубликована благодаря финансовой поддержке ОАО «Башкирская содовая компания» и ЗАО «Сырьевая компания».



Музей камня им. Ивана Скуина. Фото А. Воронова.

Общие сведения о Шахтау

Карьер Шахтау расположен в окрестностях г. Стерлитамака на правом берегу р. Белой. Когда-то на месте карьера стояла одна из четырех гор-одинок. Горы-одиночки, известные как стерлитамакские шиханы, расположены в полосе развития органогенных нижнепермских отложений, протягивающейся с севера на юг на 18 км вдоль правого берега реки. С севера на юг мы можем видеть шиханы: Юрактау, Куштау, Шахтау (карьер) и Тратау, в этой же полосе находятся два полупогребенных массива — Новый Шихан (на полпути между Шахтау и Тратау) и Малый Шихан — в 1,5 км к северо-западу от вершины Тратау (рис. 1).

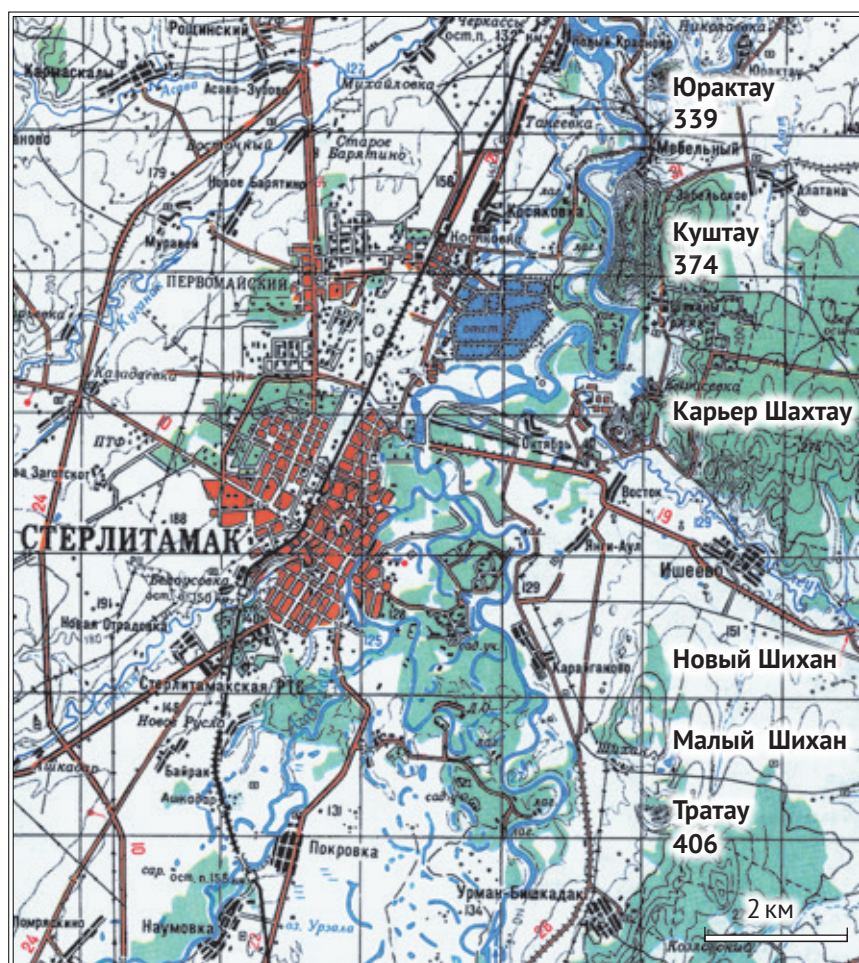


Рис. 1. Местонахождение карьера Шахтау и пермских шиханов (Региональный атлас, 2005, карта 79).

Шиханы представляют собой остатки цепи грандиозного барьерного рифа, который формировался 299–285 млн. лет назад в течение ранней (приуральской) эпохи пермского периода (ассельский, сакмарский и начало раннеартинского века). Рифы сформировались в интервал времени, равный примерно 14 млн. лет. Они росли в зоне перехода от мелководного морского бассейна восточной окраины Восточно-Европейской платформы к более глубоководному бассейну Предуральского краевого прогиба (рис. 2).



Рис. 2. Палеогеография Земли к началу пермского периода, 300 млн. лет назад (по Scotese, www.scotese.com/newpage5.htm).

Шиханы Шахтау, Куштау, Тратау, Юрактау были выведены на поверхность в результате поднятия тектонического блока (рис. 3). Это произошло в неогене, примерно 5 млн. лет назад при активизации новейших тектонических движений (Пучков, 2010, 2012).



Рис. 3. Полоса выходов шиханов. Вид с вершины г. Юрактау. Фото Е. Кулагиной.

История разработки карьера

В 30-е годы прошлого столетия в условиях развернувшейся крупномасштабной стройки в СССР важнейшими продуктами стали кальцинированная сода и цемент. Были разведаны несколько регионов, где правительство предполагало строительство будущих заводов. Самым перспективным по прогнозам специалистов было устройство завода в Башкирии. В 1936 году группа геологоразведчиков обнаружила, что стерлитамакские шиханы располагают огромными запасами известняка, который является исходным сырьем для производства цемента и соды (рис. 4). К тому же при разведке нефтяных месторождений в районе города Ишимбая были обнаружены большие залежи каменной соли — второго важнейшего компонента химического производства соды. Третьей составляющей стала полноводная река Белая. Во всём мире стечение таких обстоятельств является большой удачей и преимуществом для людей, населяющих подобную территорию. Площадка для строительства Стерлитамакского содового завода была выбрана в 1939 году, а в 1941 году началось строительство содового завода. Шихан Шахтау начал разрабатываться в 40-х годах. Известняковый карьер за эти годы стал надежной сырьевой базой содового и цементного производства (рис. 5).

Основание Шахтау имеет размеры 1,5 на 0,8 км, сам массив вытянут в северо-западном направлении. Первоначально превышение его над долиной р. Белой было около 200 м. В 1983 году в результате разработки известняков высота его уменьшилась до 70 м. В настоящее время самые высокие точки над уровнем моря находятся на высотах 150–170 м, тогда как урез реки Белой — 122,5 м (рис. 6).

В процессе разработки массив Шахтау планомерно изучался крупнейшими специалистами (Раузер-Черноусова, 1950; Раузер-Черноусова, Королюк, 1991; Королюк, 1985; Королюк, Щекотова, 1989, Кулик, 1978; Шамов, 1957, 1984; Chuvashov, 1983), что сделало его всемирно известным. Мы смогли узнать о строении древнего рифа, об эволюции рифообразования, о новых видах древних организмов.



Рис. 4. Шихан Шахтау до начала разработки. Фото неизвестного автора.



Рис. 5. Три поколения руководителей известнякового карьера, слева направо: Е.И. Рыстин (2000–2007 гг.), М.А. Баев (1965–2000 гг.), А.Б. Мохирев (с 2009 г.). Фото М. Коротковой.



Рис. 6. Карьер в 2014 г. Фото Е. Кулагиной.

Почему здесь росли рифы

В середине каменноугольного периода 320 млн. лет назад образовался глубокий Предуральский прогиб земной коры, протягивающийся в меридиональном направлении вдоль всего восточного края Восточно-Европейской платформы. В течение ранней (приуральской) эпохи пермского периода прогиб заполнялся морскими осадками. На восточной окраине Русской платформы, на мелководном шельфе формировались слоистые карбонатные породы, восточнее, в зоне перегиба от шельфа к глубоководной части бассейна, шло формирование барьерного рифа, еще восточнее, в центральной глубоководной части прогиба, накапливались глинистые осадки, на востоке, ближе к растущим Уральским горам, — обломочные и грубообломочные породы (Чувашов и др., 1990) (рис. 7). Такие различные области накопления горных пород, связанные с разными физико-географическими условиями, называются фаціальными зонами, а геологические тела, которые образуются в определенных физико-географических условиях, называются фациями. На ископаемых рифах мы наблюдаем различные фации известняков, образованных в разных участках рифа.

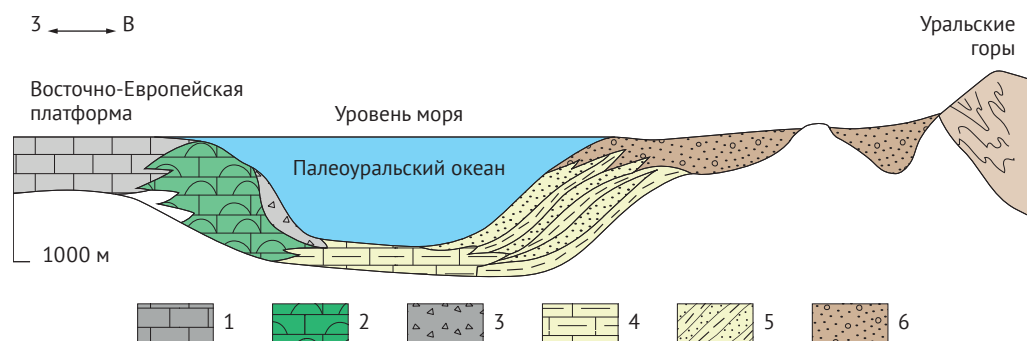


Рис. 7. Схема строения Предуральского краевого прогиба в начале пермского периода (поперечное пересечение) (Puchkov, 1997). 1 — мелководные слоистые известняки, 2 — рифы, 3 — обломочные карбонатные отложения (шлейф рифа), 4 — глубоководные глинистые отложения, 5 — потоки обломочного материала, 6 — мощная толща терригенных отложений, формировавшаяся в результате разрушения Уральских гор.

Для того чтобы рифы могли расти вверх, край Русской платформы должен был постепенно опускаться с такой же скоростью, с какой рифостроящие организмы успевали наращивать постройку. Если скорость опускания превышает скорость роста рифа, он опускается на глубину и перестает существовать. Если скорость опускания медленная, рифовая постройка поднимается выше уровня воды и рост рифа тоже прекращается.

Когда скорость прогибания платформы и роста рифа примерно равны, риф постоянно находится на одной и той же глубине и существует длительное время. Рост рифа Шахтау и других рифов, образующих рифовую полосу, прекратился из-за погружения их на глубину. Прогиб начал заполняться сначала лагунными осадками, в результате чего накопилась мощная толща солей и гипсов; а потом накапливались континентальные отложения (рис. 8). Мощные рифовые толщи сформировались в ассельском и сакмарском веках (рис. 9).

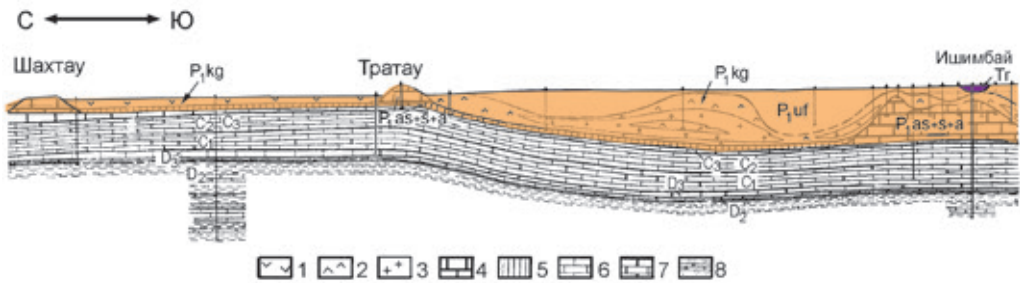


Рис. 8. Геологический разрез через Стерлитамакские и Ишимбайские рифовые массивы (по Хатьянову, 1968, с изменениями). 1 – гипс; 2 – ангидрит; 3 – каменная соль; 4 – отложения рифовой фации; 5 – глубоководные отложения депрессионной фации; 6 – известняк; 7 – доломит; 8 – терригенные отложения. Индексы: D₂ – средний девон; D₃ – верхний девон; C₁ – нижний карбон; C₂ – средний карбон; C₃ – верхний карбон, P₁ – нижняя пермь, P_{1as} – нижняя пермь, ассельский ярус, P_{1s} – нижняя пермь, сакмарский ярус, P_{1a} – нижняя пермь, артинский ярус, P_{1uf} – нижняя пермь, уфимский ярус (в настоящее время включен в кунгурский ярус).

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Индекс	Литология	Мощность, м	Характеристика пород	
Пермская	Приуральский	Кунгурский		kg			Гипсоносная толща	
		Артинский		art ₂		до 25	Мергели	
				art ₁			Мшанковые известняки	
		Сакмарский	Стерлитамакский	st ₂		100–150	Палеоаплизиново-мшанковые биогермные и биокластовые известняки	
				st ₁				
			Тастубский	ts ₃ ts ₂ ts ₁		40–150	Поликомпонентные биогермные и биокластовые известняки	
		Ассельский	Шиханский	shk		50–70	Тубифитес-мшанковые биогермные и биокластовые известняки	
			Холодноложский	kh		250	Слоистые известняки (вскрыты скважинами)	
		Карбон	Верхний	Гжельский	Мелеховский	ml		Известняки

Рис. 9. Стратиграфический разрез шихана Шахтау (по Раузер-Черноусовой, Королюк, 1991, с изменениями).

Рифостроители Шахтау

Во всех рифовых системах присутствуют организмы, которые образуют каркас, — рифостроители и те, кто на них живет, — рифолюбы. Например, Большой барьерный риф Австралии в основном состоит из кораллов. Коралловый риф резко выделяется на фоне скудной океанической жизни — это настоящий пышный оазис в сравнительно бедной водной пустыне. Таким же оазисом был и пермский риф Приуралья, но основу его составляли не кораллы, а разнообразные мелкие организмы с карбонатным скелетом, такие как водоросли, гидроидные (гидрактиноиды), мшанки (рис. 10, 11). Кораллы и брахиоподы также участвовали в рифостроении, но они играли не основную роль.

В 70-х годах прошлого века И. К. Королюк и И. А. Кириллова изучили разработанную часть карьера и составили карту распределения органогенных известняков и ископаемых организмов (см. рис. 10). Контур разрабатываемой части массива находился в то время на высоте 230–245 м над уровнем моря. Близкое распределение фаций наблюдается в карьере и в настоящее время, на высоте 135–150 м над уровнем моря. Таким образом, выработано и использовано около 100 м мощности известняков массива.

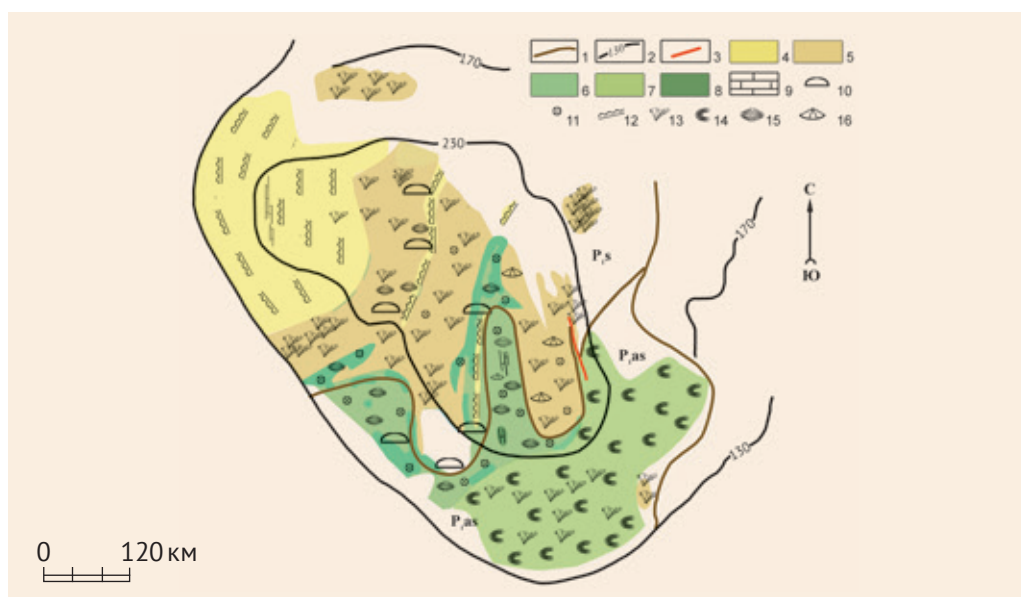


Рис. 10. Фациальная схема рифового массива Шахтау (по Раузер-Черноусовой, 1975, с изменениями). 1 — границы стратиграфических подразделений. P_{1as} — ассельский ярус, P_{1s} — сакмарский ярус. 2 — изогипсы; 3 — разломы основные. 4–8 — области преимущественного распространения: 4 — палеоаплизиновых биогермов; 5 — мшанковых, мшанково-криноидных и криноидно-мшанковых известняков; 6 — фузулиновых и фузулино-криноидных известняков; 7 — тубифитесовых и мшанково-тубифитесовых биогермов; 8 — черных известняков с угнетенной фауной (глубоководные осадки); 9 — известняки слоистые; ископаемые остатки: 10 — колониальные кораллы, 11 — криноидеи, 12 — палеоаплизины, 13 — мшанки, 14 — тубифитесы, 15 — фузулиниды, 16 — брахиоподы.

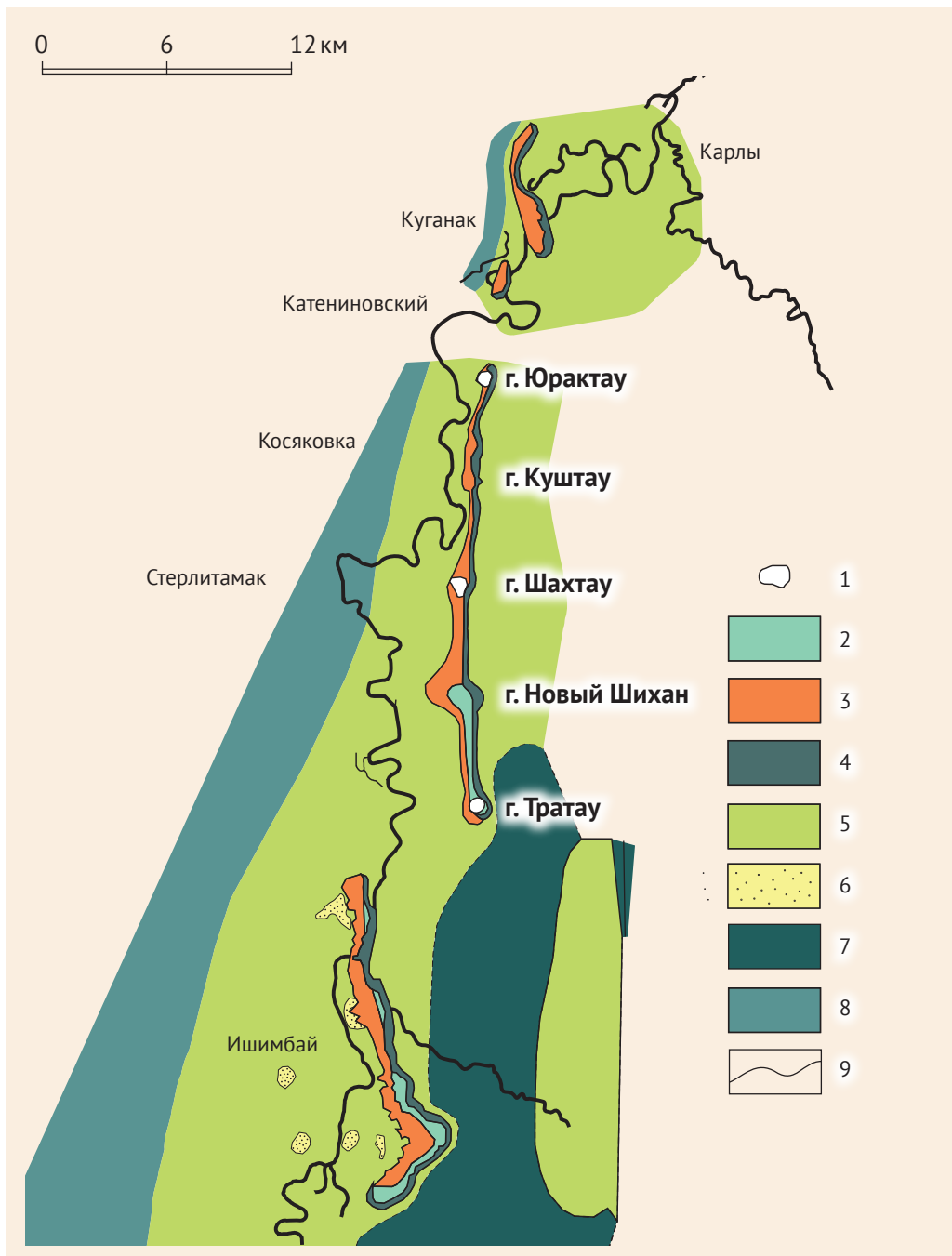


Рис. 11. Палеогеографическая схема позднеэцельского времени в Стерлитамакско-Ишимбайском Приуралье (по Раузер-Черноусовой, 1950, стр. 89, фиг. 18, с изменениями). 1 – известняковые массивы; 2 – мшанковый риф; 3 – верхний ярус подводной банки (водорослево-мшанково-коралловый); 4 – нижний ярус подводной банки (водорослевый); 5 – пологий склон банки и положительный рельеф без рифообразователей; 6 – отмели; 7 – крутой склон банки и более глубокие части бассейна; 8 – ровное дно эпиконтинентального моря; 9 – границы фаций.

Рифовые фации

Рифогенными называются отложения, которые содержат органогенные постройки и продукты их разрушения. Органогенная постройка — обособленное массивное карбонатное тело, образованное остатками скелетов колониальных организмов, захороненных на месте роста и образующих устойчивый каркас, а также организмами-цементаторами. Органогенные постройки бывают разных типов, они отличаются формой, размерами, сочетанием горных пород, их слагающих, сложностью строения (Ископаемые органогенные постройки..., 1975; Королюк, Михайлова, 1977). Среди них различают банки, биогермы и рифы. Самые простые органогенные постройки имеют небольшие размеры, сложены скоплением организмов одного типа, иногда нарастающими. Они называются банками. Простая органогенная постройка более крупных размеров и выпуклой формы называется биогермом. Рифовый массив — наиболее сложная органогенная постройка, состоящая из суммы различных органогенных построек, содержащая также сопутствующие отложения и совокупность характерных рифовых фаций, которые образовались на разных участках рифа — отложения лагуны, рифового шлейфа, рифового гребня, рифового плато.

Наиболее крепкая часть рифа, которая выдерживает волны, называется волноломом. Она сложена каркасными организмами, устойчивыми к разрушению. Эти каркасные организмы образовывали фацию рифового гребня (рис. 12, 13).



Рис. 12. Биогермный известняк каркасной фации, сложенный тубифитесами, мшанками и инкрустирующими (обволакивающими) извествьвыделяющими организмами бактериального или неясного систематического положения.



Рис. 13. «Узорчатый» биогермный тубифитесовый известняк с крустификационным, волокнистым и кристаллическим цементом.

Эта фация определяется по преобладанию корковых форм роста у строматолитов, водорослей и мшанок, массивных колоний кораллов.

Рифовые известняки обычно имеют светлую окраску, неоднородную «пятнистую» структуру, крустификационный, фиброзный и кристаллический цемент, сформированный свободноживущими организмами, такими как цианобактерии, кальцимикробы, водоросли, бактерии. Их называют

«инкрустационными» известняками (Королюк, 1985) или биоцементолитами (Антошкина, Пономаренко, 2014). Некоторые известняки, в большей своей части состоящие из цемента, называются цементстоунами (stone — англ. камень).

В зоне рифового шлейфа, расположенного в области внешнего склона рифа, большую роль играли грубообломочные органогенные породы. Наиболее благоприятной для жизни различных организмов была область зарифовой лагуны, которая располагалась ближе к берегу и была защищена от сильных волн. При изучении ископаемых построек мы распознаем лагунные отложения по более тонкозернистым известнякам, содержащим скелеты организмов хорошей сохранности (рис. 14).

Крутой склон рифа, обращенный к морю, обычно представлен фацией рифового шлейфа, который сложен обломочными известняками и обломками скелетных организмов.

При формировании Шахтау благоприятные для роста рифа периоды чередовались с периодами преимущественного накопления обычных биогермных известняков, которые отличаются от рифовых формами роста породообразующих организмов и наличием слоистости. Биогермные известняки обычно называются по преобладающим организмам-биогермостроителям — мшанковые, палеоаплизинные, коралловые, мшанково-криноидные. К таким известнякам относятся фузулинидовые, криноидные, брахиоподовые. Всего на Шахтау описано около 30 различных разновидностей известняков (Королюк, Кириллова, 1973; Королюк, 1985).



Рис. 14. Микрозернистый известняк фации лагуны с остатками брахиопод, криноидей и одиночных кораллов.

Вторичные минералы

В полостях известняков Шахтау можно встретить минералы вторичного происхождения — кристаллы самородной серы, азурита, целестина, натечные агрегаты родохрозита и мраморного оникса, которые сейчас украшают музейную коллекцию (Клейменов и др., 2007) (рис. 15–22). Выпадение серы происходило из пересыщенных растворов сульфатно-карбонатного состава при активной жизнедеятельности сульфат-редуцирующих бактерий. При осаждении карбоната кальция из насыщенных растворов пустоты в известняках заполнялись натечными формами кальцита. Натечные формы образует и арагонит. Полосчатую разновидность кальцита или арагонита называют мраморным ониксом.

Ангидрит, целестин и другие минералы образовались в результате метасоматического замещения кальцита и доломита. Метасоматоз — процесс, при котором химический состав породы изменяется с привнесением или выносом химических компонентов в результате взаимодействия породы с водными растворами (Геологический словарь, 2012). Метасоматические изменения карбонатных пород Шахтау происходили в зоне контакта рифогенной известняковой толщи и вышележащих глинистых пород верхней части артинского яруса, перекрытых солями и гипсами. Эти процессы связаны со значительной минерализацией пластовых вод сульфатно-кальциево-магниевого состава, поступавших из толщи гипсов и солей кунгурского яруса. В зоне контакта образовались также медная зелень, малахит, родохрозит.



Рис. 15. Мраморный оникс, CaCO_3 в витрине музея.



Рис. 16. Друза целестина, SrSO_4 .



Рис. 17. Кристаллы серы, S. Натуральная величина.



Рис. 18. Малахит, $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$.



Рис. 19. Ангидрит, CaSO_4 в полостях органогенного известняка в карьере.
Фото Е. Кулагиной, 2004 г.



2 см

Рис. 20. Натечные формы кальцита, CaCO_3 .

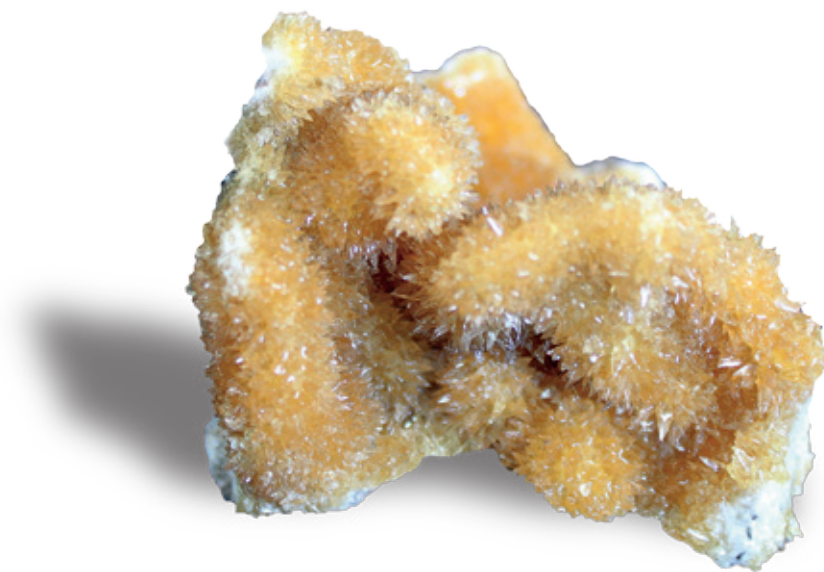


Рис. 21. Игольчатые кристаллы арагонита, CaCO_3 .
Натуральная величина.



Рис. 22. Прослой родохрозита, MnCO_3 в кальците с арагонитом.

Палеонтологическая коллекция

В настоящее время количество экспонатов музея превышает 3000. Коллекция включает типы органогенных известняков, ископаемые остатки и минералы.

Ниже приведен систематический состав ископаемых, представленных в музее. Систематика организмов дана по О.Б. Бондаренко, И.А. Михайловой (2006) и Г.А. Данукаловой (2009), Г.А. Данукаловой и др. (2013), Справочнику по систематике фораминифер палеозоя (1996).

- Надцарство Доядерные организмы. Procariota
 - Царство Цианобионты. Cyanobionta
- Надцарство Ядерные организмы. Eucariota
 - Царство Растения. Phyta
 - Подцарство Низшие растения. Thallophyta
 - Семейство Нигрипореллиды. Nigriporrellidae
 - Подцарство Высшие растения. Telomophyta
 - Отдел Голосеменные. Gymnospermae
 - Царство Животные. Zoa (Animalia)
 - Подцарство Одноклеточные. Protozoa
 - Тип Саркодовые. Sarcodina
 - Класс Фораминиферы. Foraminifera
 - Надотряд Фузулиноиды. Fusulinoida
 - Отряд Фузулиниды. Fusulinida
 - Отряд Швагериниды. Schwagerinida
 - Подцарство Многоклеточные. Metazoa
 - Тип Стрекающие. Cnidaria
 - Класс Гидроидные. Hydrozoa
 - Класс Коралловые полипы. Anthozoa
 - Тип Членистоногие. Arthropoda
 - Класс Трилобиты. Trilobita
 - Тип Моллюски. Mollusca
 - Класс Брюхоногие моллюски. Gastropoda
 - Класс Двустворчатые моллюски. Bivalvia
 - Класс Головоногие моллюски. Cephalopoda
 - Подкласс Наутилоидеи. Nautiloidea
 - Подкласс Ортоцератоидеи. Orthoceratoidea
 - Подкласс Аммоноидеи. Ammonoidea
 - Тип Мшанки. Bryozoa
 - Тип Брахиоподы. Brachiopoda
 - Класс Замковые. Articulata
 - Отряд Продуктиды. Productida
 - Отряд Спирифериды. Spiriferida
 - Отряд Ринхонеллиды. Rinchonellida
 - Отряд Теребратулиды. Terebratulida
 - Тип Иглокожие. Echinodermata
 - Класс Морские лилии. Crinoidea
 - Класс Морские ежи. Echinoidea
 - Тип Хордовые. Chordata

Строматолиты

На Шахтау значительное распространение имеют корковые и пластовые образования строматолитов — продуктов жизнедеятельности цианобионтов (рис. 23). Раньше они считались продуктами жизнедеятельности сине-зеленых водорослей. Цианобионты появились около 3,5 млрд. лет назад и являются первыми фотосинтезирующими организмами, продуцирующими биогенный молекулярный кислород. Эти организмы являются промежуточным звеном между бактериями и сине-зелеными водорослями. Сходство с водорослями проявляется в наличии хлорофилла и способности к фотосинтезу, а с бактериями — в отсутствии клеточного ядра.

Одиночные представители цианобионтов имеют микроскопические размеры, но их колонии достигают значительной величины. Эти организмы в результате симбиоза с бактериями образуют общую слизистую оболочку, которая нарастает на субстрат. После гибели организмов от них остается корочка, состоящая из карбоната кальция, извлеченного ими из воды. На образовавшийся субстрат может нарастать следующая корка, между корками иногда попадает осадок. Такие циано-бактериальные нарастания приводят к образованию сложных карбонатных толщ мощностью 100–1000 м. Строматолитовые корки сохранили рифовый массив от разрушения.



Рис. 23. Строматолит Шахтау.

Современные строматолиты известны в мелководных прибрежных лагунах. (рис. 24).

И.К. Королюк и А.Д. Сидоровым (1973) выделены и описаны три вида пластовых и столбчатых строматолитов из двух стратиграфических интервалов разреза Шахтау.

Пласты и корки мощностью 0,05–0,3 м найдены в асельском-сакмарском ярусах.

Корки обрастания встречаются в трещинах и различных полостях известняков артинского яруса.

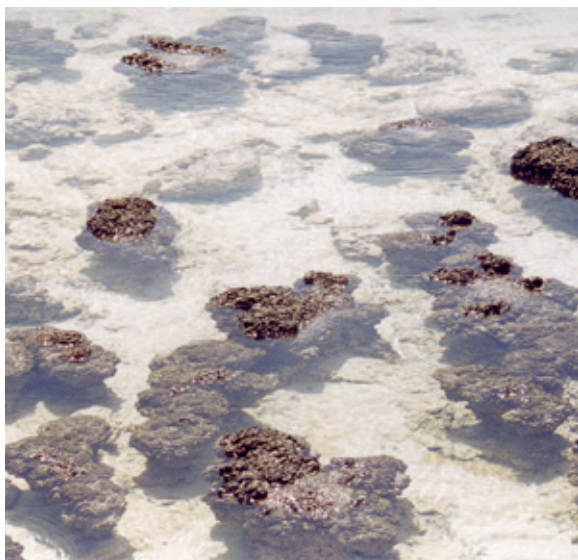


Рис. 24. Современные строматолиты западной Австралии, фото Жана-Пьера Лефорта (Jean-Pier Lefort) (Данукалова и др., 2013).

Водоросли

И. К. Королюк (1985) из известняков Шахтау определила более 14 видов водорослей, однако обычно водоросли имеют очень мелкие размеры и невооруженным глазом не видны. Их изучают в шлифах (тонких срезах) карбонатных пород под микроскопом. К группе зеленых водорослей относятся сифонеи, дазикладиевые, кодиевые. Наблюдать в известняках мы можем лишь ископаемые остатки тубифитесов (*Tubiphytes*). Ранее (Раузер-Черноусова, 1950) они были названы шамовеллами (*Shamovella*) в честь известного геолога, изучавшего рифы Башкирии, Дмитрия Федоровича Шамова. Но поскольку они не были описаны по правилам, от этого названия пришлось отказаться и принять название *Tubiphytes*, данное В.П. Масловым (1956).

Загадочные тубифитесы

Из описания В.П. Маслова (1956): «*Tubiphytes* — обволакивающий организм, образующий наросты из микрозернистого кальцита вокруг других организмов. Описываемая водоросль обычно имеет вид извивающихся червеобразных неправильных цилиндров, образовавшихся в результате обрастания каких-то исчезнувших стеблей, след от которых остается в виде трубки, заполненной вторичным кальцитом. Слои такого рода нароста бывают различной толщины, достигающей 1 и более миллиметров».

Известняки, сложенные *Tubiphytes*, геологи часто называют «червячковыми», так как на сером фоне основного цемента этой породы выделяются хорошо видимые белые извивающиеся и ветвящиеся цилиндры неправильного сечения (рис. 25). Под микроскопом в тонком срезе известняка (в шлифе) эти образования выглядят темными, так как состоят из плотного тонкозернистого кальцита (рис. 26).

Тубифитесы были отнесены В.П. Масловым (1956) к водорослям неясного систематического положения, условно — к сине-зеленым. В настоящее время подобные организмы известны из позднепалеозойских и триасовых рифовых фаций в Словении, Австрии, Греции, Иране, Техасе и относятся к неопределенным отряду и классу (uncertain), к семейству *Nigriporellidae* (нигрипореллида) (Senowbari-Daryan, 2013). Сенобаридарьян, специалист из Германии, показала, что разные авторы в разное время относили их и к водорослям, и к обволакивающим фораминиферам, и к гидроидным, а также к продуктам жизнедеятельности одновременно водорослей и фораминифер (т.е. продуктам симбиоза).

Биогермные тубифитесовые известняки являются одними из наиболее распространенных пород массива. Тубифитесовые известняки образуют

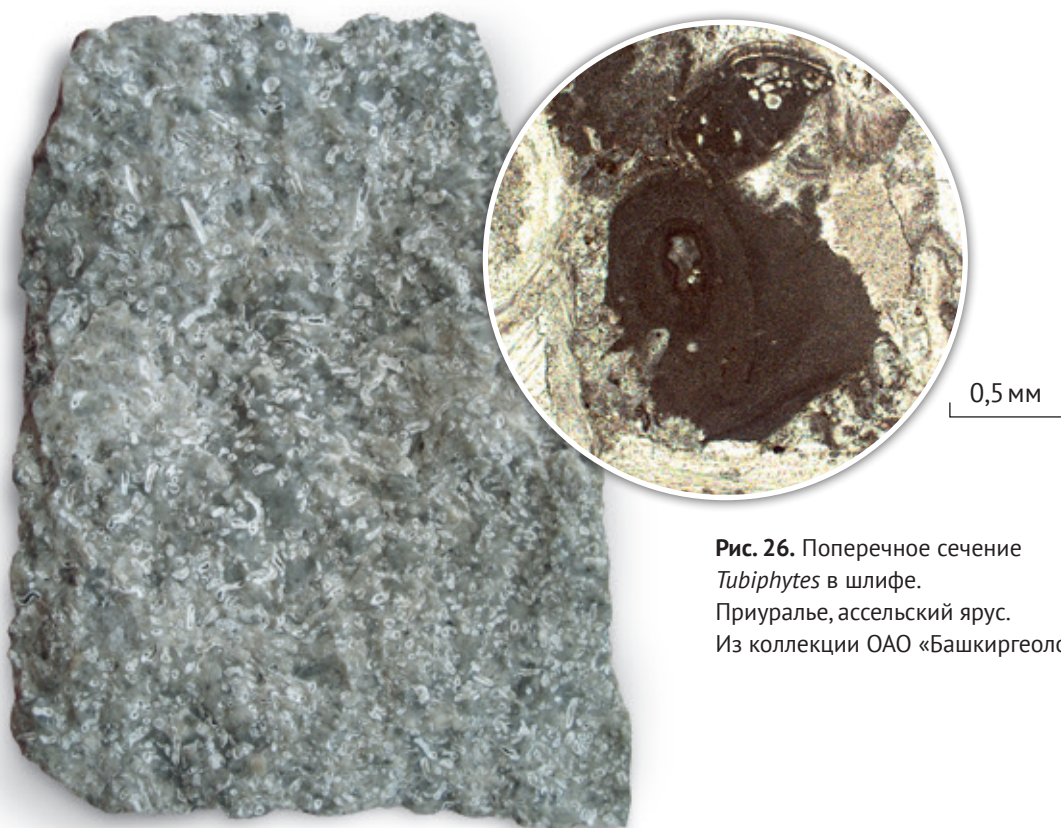


Рис. 25. Тубифитесовый известняк.

Рис. 26. Поперечное сечение *Tubiphytes* в шлифе. Приуралье, ассельский ярус. Из коллекции ОАО «Башкиргеология».

мощные толщи в ассельском ярусе и тастубском горизонте сакмарского яруса. Они слагают крупные тела неправильной формы размером в десятки и сотни метров, линзы и прослой среди мшанковых биогермных и реже — среди слоистых детритовых пород.

Стволы деревьев

На Шахтау обнаружены стволы деревьев, которые были снесены с берега и захоронены в осадках межрифовых заполнений (рис. 27). Специалистом по пермским растениям С.В. Наугольных они были отнесены к роду *Dadoxilon*, однако с оговоркой, что точное систематическое положение данного таксона только по древесине установить сложно. Эти стволы могут принадлежать как хвойным, так и кордаитовым, поэтому их часто рассматривают в одной неформальной группе. У этого дерева есть кольца, что свидетельствует о присутствии климатической сезонности и о семиаридном климате.

Кордаитовые — вымершие позднепалеозойские голосеменные растения, представленные крупными деревьями с диаметром ствола до 1 м и высотой до 30 м. Основную часть ствола составляла ксилема и сердцевина.



Рис. 27. Фрагменты стволов деревьев *Dadoxilon*.

Фораминиферы

Фораминиферы — простейшие организмы, имеющие разнообразные известковые раковины. Наиболее крупные раковины фораминифер, которых мы можем наблюдать на массиве невооруженным глазом, относятся к надотряду Fusulinoida (фузулиноида). Фузулиноиды имеют раковины сферические, веретеновидные, цилиндрические, спирально-свернутые, подразделенные перегородками (септами) на камеры. Среди фузулиноид различают бентосные, которые лежали на дне, и формы, которые обладали некоторой долей плавучести.

Наиболее часты представители двух отрядов — Fusulinida (фузулиниды) и Schwagerinida (швагериниды), которые отличаются формой раковины и внутренним строением.

Фузулиниды имеют веретеновидную форму, они похожи на пшеничное зерно (рис. 28). Из фузулинид преобладают два рода *Pseudofusulina* (псевдофузулина) и *Rugosofusulina* (ругозофузулина). Местом их обитания были подножья и склоны биогермов, а также водорослевые заросли.

Внутреннее строение раковин фузулинид хорошо видно в тонких, почти прозрачных срезах известняка, который называется шлифом. Шлифы известняков и других горных пород изучают под микроскопом в проходящем свете. У фузулинид рода ругозофузулина на поверхности раковины наружного оборота имелись морщины (рис. 29), что помогло им выдерживать сильное волнение водной массы.

Род *Schwagerina* (швагерина), типичный представитель швагеринид, который существовал в ассельском веке, имел раковину, близкую к сферической (рис. 30, 31).



Рис. 28. Этот образец известняка почти полностью состоит из фузулинид рода *Pseudofusulina*. С левого края образца — многоугольная табличка панциря морского ежа.

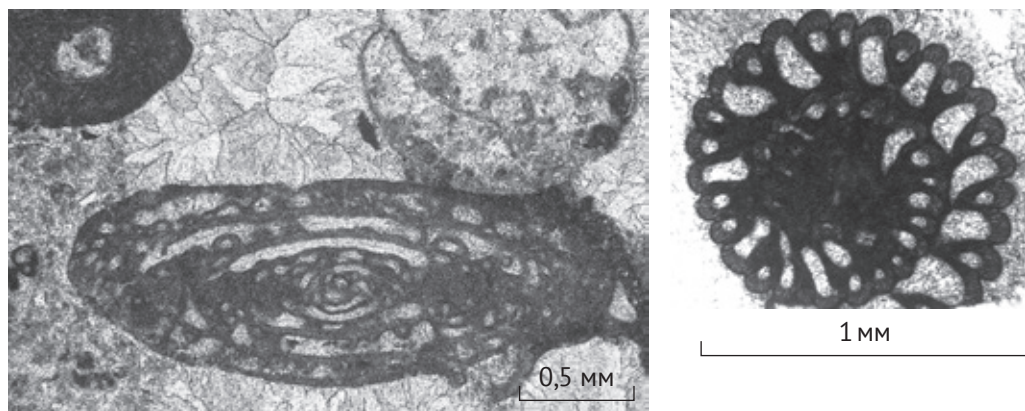


Рис. 29. Микрофотографии раковин *Rugosofusulina* sp. из асельского яруса (коллекция Е.И. Кулагиной). Слева – продольное сечение. Справа – поперечное сечение.

Швагерины обладали плавучестью и относятся к бентосным организмам, обитающим в приповерхностном слое донных осадков (эпибентос). Вероятнее всего, швагерины селились на водорослях на некоторой высоте над дном непосредственно над осадком, в котором они позже были захоронены (Раузер-Черноусова, 1975). Облегченная вздутая раковина позволяла им перемещаться. Раковины швагерин имеют значительно лучшую сохранность, чем раковины фузулинид.

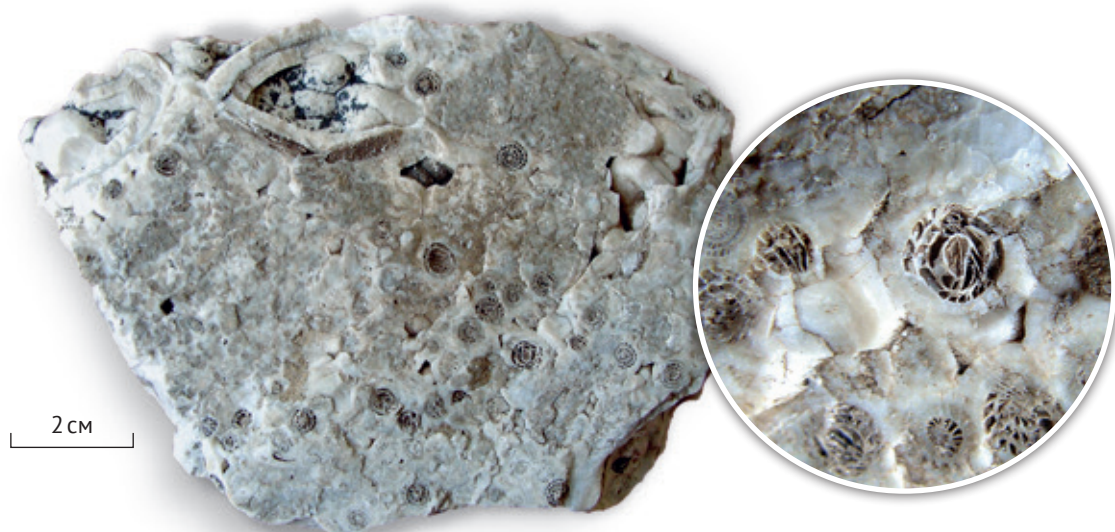


Рис. 30. Известняк с раковинами швагерин. На увеличенном фрагменте видны спирально-свернутые раковины, разделенные поперечными перегородками.



Рис. 31. Швагериновый известняк и его увеличенный фрагмент.

Палеоаплизины

Палеоаплизины относятся к организмам спорного систематического положения. Специалисты, изучавшие палеоаплизины Урала, сравнивали их с гидроидными — наиболее примитивными стрекающими (книдариями) (Чувашов, 1973; Королук, 1985). Б.И. Чувашовым (1973) они были отнесены к группе Строматопороидеи (Stromatoporoidea) класса Гидроидные (Hydrozoa). Современные гидроидные часто образуют колонии (рис. 32). Некоторые палеонтологи, изучившие палеоаплизин арктической Канады, предполагают, что они ближе к красным водорослям (Anderson and Beauchamp, 2014).

Палеоаплизины представляют собой крупные изогнутые пластины размером 0,5–0,7 м, толщиной около 0,5–1 см. Пластина состоит из трех слоев (рис. 33–37). Верхний слой пластины пористый и имеет бугорчатые выросты до одного сантиметра высотой. Средний слой пронизан системой перпендикулярных каналов и имеет губчатое строение. Нижний слой состоит из микрзернистого кальцита. Полости между пластинами обычно заполнены кристаллическим (инкрустационным) кальцитом.



Рис. 32. Современные гидроидные, Hydrozoa (Tracey et al., 2007).

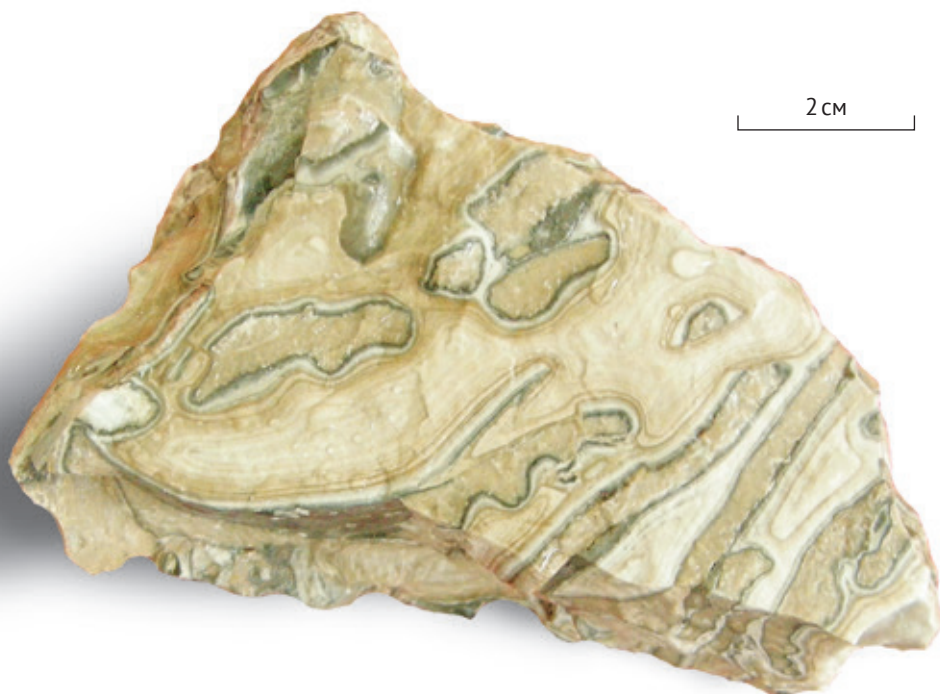


Рис. 33. Палеоаплизинный известняк из сакмарского яруса Шахтау.



Рис. 34. Палеоаплизинный известняк содержит полости, заполненные кристаллическим кальцитом. Натуральная величина.



Рис. 35. Палеоаплизинный известняк состоящий из пластин с хорошо сохранившимся губчатым слоем. Натуральная величина.

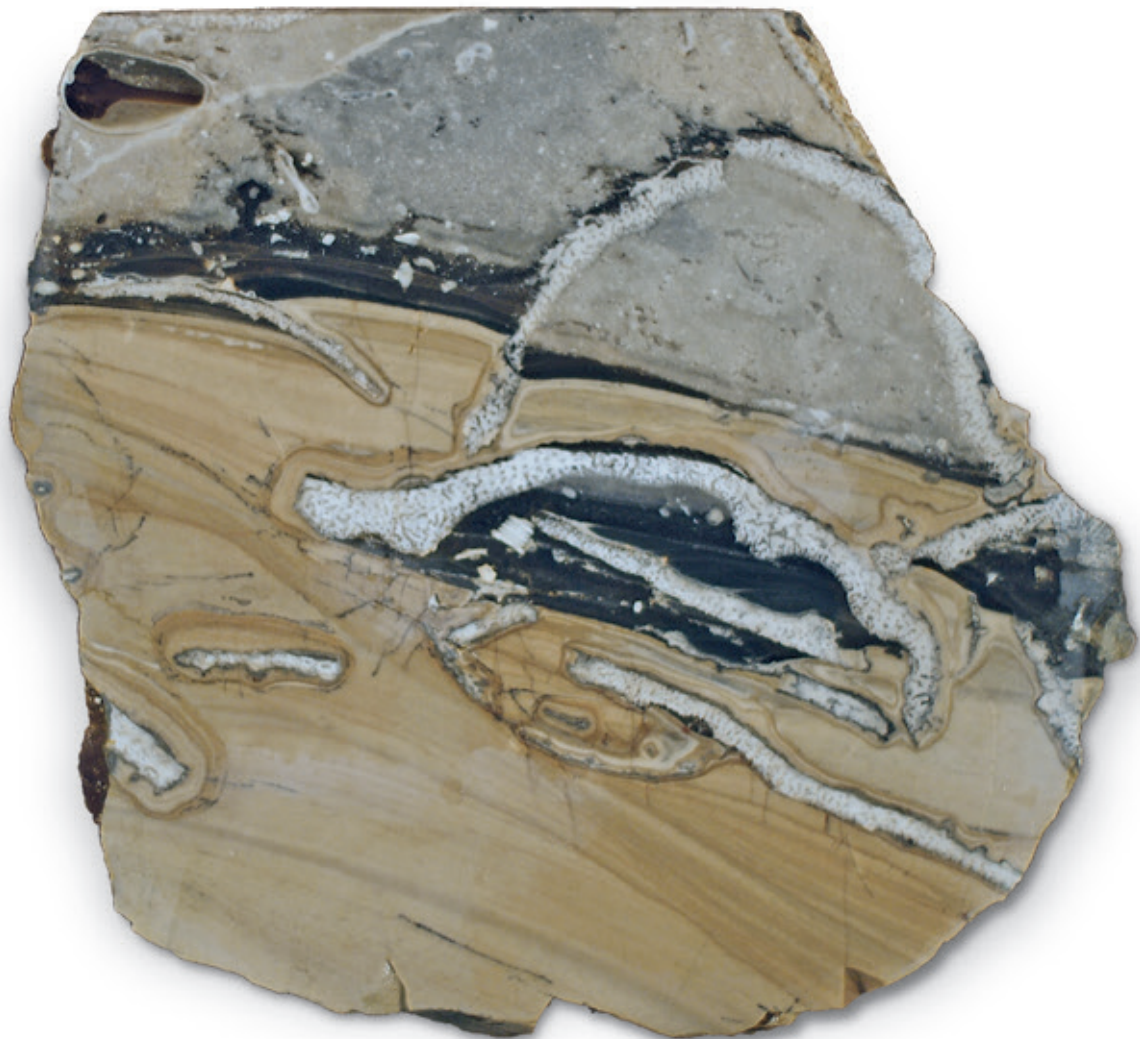


Рис. 36. Пришлифовка биогермного известняка с пластинами палеооплизин, расположенными выпуклостью вверх. Naturalная величина. В образце наблюдается два типа цемента. В нижней части фото – светло-коричневый, волнисто-и горизонтально-микрослоистый цемент морского происхождения, образованный на ранней стадии преобразования осадка в породу. Микрозернистый цемент от светло-серого до темно-серого цвета заполняет пустоты, образованные после гибели организмов. Образец отобран и описан Барри Ричардсом (Barry Richards), специалистом в области литологии из Канады.

Наряду с мшанками и водорослями палеоаплизины были одними из главных рифостроителей Шахтау. Массовые скопления пластин палеоаплизин наблюдаются в юго-западной части массива в тастубском горизонте сакмарского яруса, а в ассельском ярусе палеоаплизины редки и имеют небольшие размеры.

В сакмарском веке палеоаплизины образовывали густые заросли и формировали рифовый каркас. Они в большом количестве обитали вместе с мшанками в полосе рифового края.



Рис. 37. *Palaeoaplysina* sp., сакмарский ярус. Срединный слой палеоаплизины с системой радиальных каналов, напоминающих астроризальные каналы строматопор (верхний слой не сохранился) (Кулагина и др., 2011).

2 см

Кораллы

Кораллы — представители многоклеточных организмов, относящихся к типу кишечнополостных. Для ранней перми характерны два подкласса: табуляты и ругозы. Оба подкласса вымерли в конце пермского периода. На Шахтау наибольшее распространение имеют ругозы, которые могут быть как одиночными (рис. 38), так и колониальными. Ругозы отличаются хорошо развитыми септами — вертикальными скелетными элементами, имеющими форму пластин, расположенных радиально. По морфологическому строению древние ругозы напоминают современные склерактинии, которые относятся к подклассу шестилучевых кораллов (рис. 39–41).



Рис. 39. Современные одиночные шестилучевые кораллы склерактинии (по Stolarski, 2011).

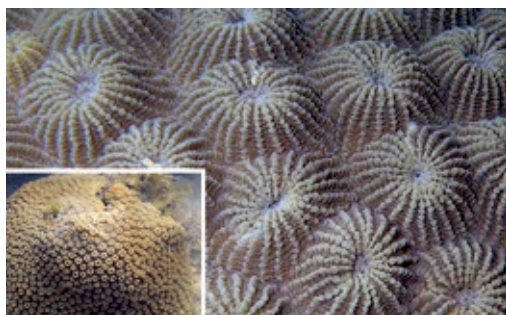


Рис. 40. Современные шестилучевые колониальные кораллы *Diploastrea heliopora* из Сингапура*.



Рис. 38. Одиночные ругозы Шахтау.



Рис. 41. Реконструкция одиночного коралла без осевой структуры (Fedorowski, 1997).

* tidechaser.blogspot.ru/2012/12/hard-corals-scleractinia-singapore.html.



Рис. 42. Колониальные ругозы.



Рис. 43. Реконструкция внутреннего строения современной склерактинии (Stanley, 2003).

Пермские рифы, как и современные рифы тропического пояса, были населены разнообразной фауной, в составе которой встречались многочисленные одиночные и колониальные кораллы (рис. 42). Основные представители рифа Шахтау относятся к родам *Protowentzelella* (протовентцелелла), *Kleopatrina* (клеопатрина) и *Protolonsdaleiastraea* (протолонсдалеастрей).

Как и современные склерактинии (рис. 43), ископаемые кораллы питались планктоном. Они вели сидячий образ жизни, были хищниками и захватывали планктон щупальцами. В процессе роста кораллита сам полип (отдельная особь в колонии) перемещался вверх, создавая базальной частью скелет, который и сохраняется в ископаемом состоянии. Кораллит — термин применяется для обозначения скелета особи в колонии.



2 см

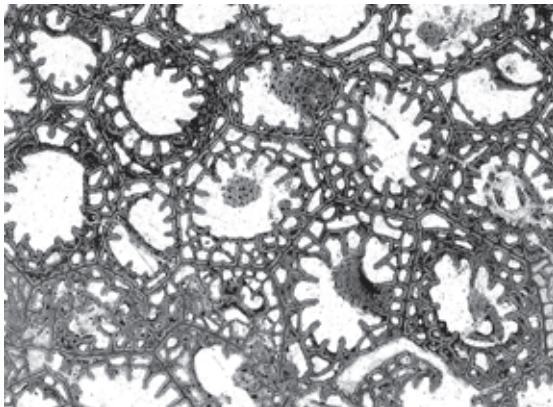


Рис. 44. Колониальный коралл *Protowentzelella simplex* (Porfiriev):
а – колония, вид сбоку;
б – поперечное сечение колонии в шлифе
(Из коллекции О.Л. Коссовой).

Огромные, достигающие 1 м, массивные колонии *Protowentzelella simplex* (рис. 44) часто встречаются в ассельской части рифа Шахтау. Они формировали кораллово-палеоаплизиновые биогермы совместно с ругозами родов клеопатрина и протолонсдалеастрея. Часто им сопутствовали одиночные ругозы – амплексокаринии (рис. 45).



Рис. 45 Известняк с ругозами *Amplexocarina* sp.
Натуральная величина.

Членистоногие

На Шахтау были найдены представители подтипа трилобитообразных, относящихся к классу Trilobita. В ископаемом состоянии от них остаются хитиновые панцири, их ядра и отпечатки. Панцирь покрывал тело трилобита со спинной стороны, подворачиваясь на боках на брюшную сторону, которая была закрыта кожистым покровом. Панцирь трилобита разделен продольно и поперечно. Выделяют головной щит, туловищный отдел и хвостовой щит. Продольные борозды делят его на осевую и две боковых части (Михайлова, Бондаренко, 1997, т.1, с. 238). В коллекции музея хранится один экземпляр трилобита с карьера Шахтау, представленный фрагментом хвостового щита (рис. 46).



Рис. 46. Хвостовой щит трилобита.

Моллюски

На Шахтау известны представители трех классов: двустворчатые моллюски, брюхоногие моллюски и головоногие моллюски.

Двустворчатые моллюски или бивальвии

Двустворчатые моллюски имели в основном двусторонне-симметричную раковину, хотя встречаются и асимметричные формы. Плоскость симметрии двустворчатых моллюсков проходит между створками (одна считается левой, другая правой). Двустворки на Шахтау встречаются в небольшом количестве в виде ядер (рис. 47). По данным И.К. Королюк (1985) на Шахтау преобладали двустворки мелких размеров. В коллекции музея присутствуют и довольно крупные раковины, одна из них напоминает современных *Unio* (рис. 47 а).



Рис. 47. Ядра двустворчатых моллюсков.

Брюхоногие моллюски или гастроподы

Гастроподы наиболее многочисленны в типе моллюсков. Размеры их раковин от 0,1–0,2 мм до 20–30 см, максимально до 70 см (Бондаренко, Михайлова, 2006). Разделение гастропод на подклассы и отряды основано на способе дыхания и строении внутренних органов. На Шахтау многочисленны мелкие гастроподы, но они слабо изучены. Преобладают башенковидные, спирально-конические раковины *Stephanozyga* sp., *Meekospira* sp. Часты низкоконические вздутые раковины *Naticopsis* sp. и раковины семейства фиматоплеурид (*Phimatopleuridae*) (рис. 48).

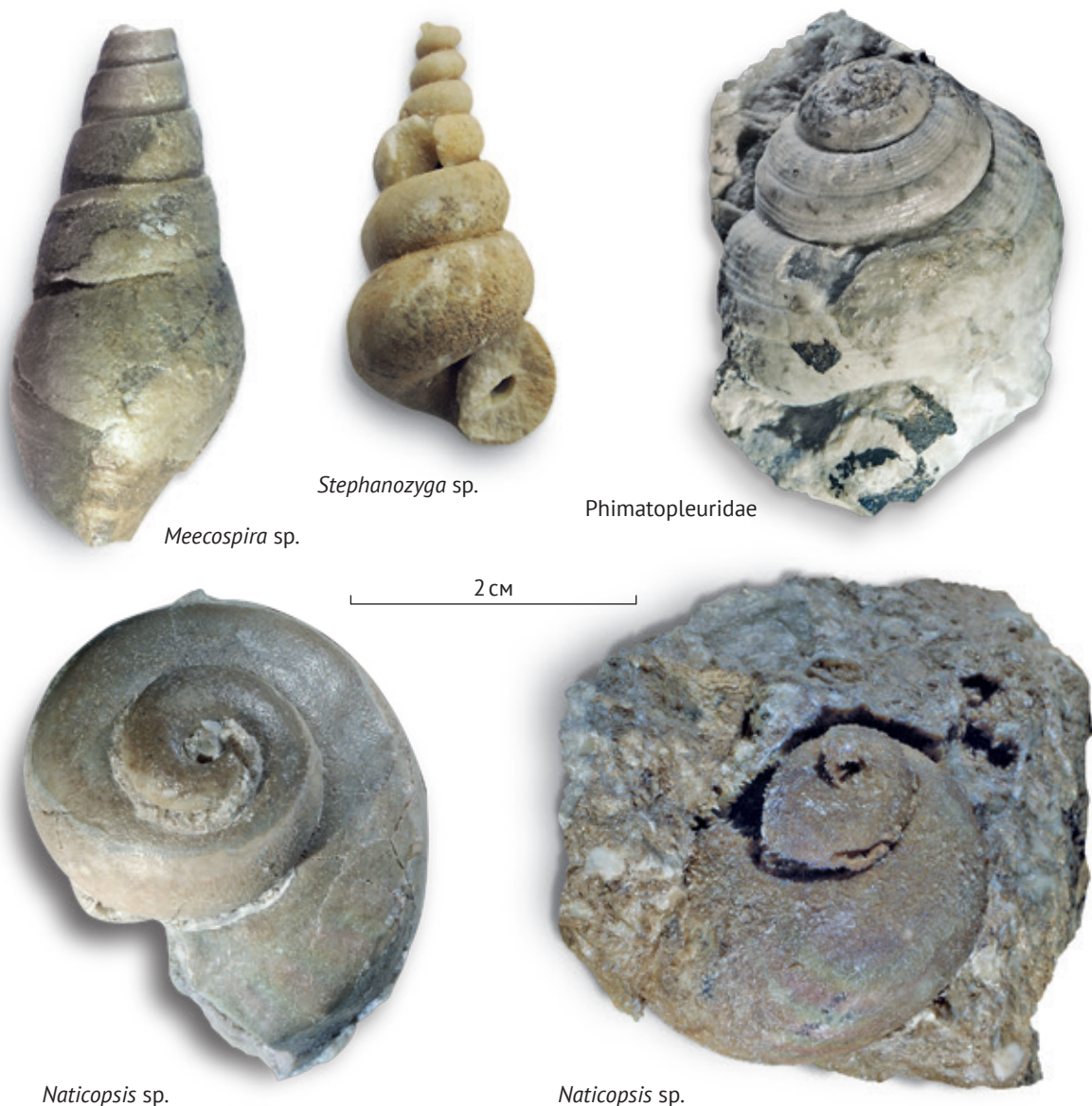


Рис. 48. Типы раковин гастропод.

Наутилоидеи

Наутилоидеи на Шахтау преобладали над другими группами головоногих (рис. 49). Они отличаются крупными размерами, достигая в диаметре до 0,7 м.



Рис. 49. Образец наутилоидеи с частично сохранившейся раковиной.

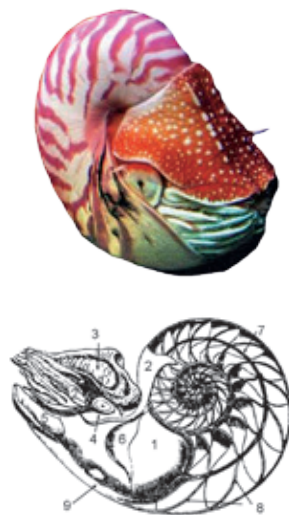


Рис. 50. Строение современного наутилуса. Фото с сайта*. Рисунок — по сайту «Биология и медицина»**

1 — мантия, 2 — головные щупальца, 3 — головной капюшон, 4 — глаз, 5 — воронка, 6 — мускул раковины, 7 — сифон, 8 — перегородки между необитаемыми (наполненными газом) камерами раковин, 9 — обитаемая камера.

Наутилоидеи, населявшие риф Шахтау, вели образ жизни, аналогичный современному наутилусу (рис. 50).

Современный наутилус имеет спирально-плоскую раковину, разделенную на камеры. Мягкое тело животного помещается в так называемой жилой камере (рис. 51), занимающей от одной трети до половины последнего оборота. Камеры, расположенные за жилой камерой, полностью или частично заполнены жидкостью, а начальные — газом. Головной отдел с хорошо развитыми глазами находится на переднем конце мягкого тела и снабжен щупальцами для захвата добычи. Двигается наутилус за счет

* www.evolbiol.ru/_pmolluscs.htm

** medbiol.ru/medbiol/dog/00136ad6.htm

ритмичного выталкивания из мантийной полости струи воды через воронку — коническую мускулистую трубку. Поэтому его движение направлено в обратную сторону от жилой камеры. От заднего конца мягкого тела протягивается тонкий тяз, называемый сифоном, который пронизывает все перегородки раковины. Сифон представляет собой трубку, эпителий которой откачивает воду из камер по закону простого осмоса, т.е. только



Рис. 51. Ядро раковины наutilusоидеи. Хорошо видна жилая камера (ядро) и перегородки спирально навитой раковины. Натуральная величина.



Рис. 52. Ископаемая раковина наutilusоидеи с сохранившимся сифоном. Натуральная величина.

в одну сторону. Трубка, заключающая сифон, сохраняется в ископаемом состоянии (рис. 52).

Перегородки, разделяющие камеры, имеют волнистый край и прикрепляются к раковине изнутри (рис. 53). След прикрепления перегородки на внутреннем ядре раковины называется перегородочной линией. Ядро — форма сохранности организма в виде объемного слепка, на кото-

Рис. 53. Раковина наутилоидеи. С уменьшением.



ром отпечатывается строение внутренней полости или наружной поверхности после разрушения раковины.

Наутилоидеи встречаются либо в виде разрозненных экземпляров разной величины в известняках, либо образуют массовые скопления. Наутилоидные известняки встречаются в пограничных отложениях ассельского и сакмарского ярусов в юго-западной части карьера (рис. 54).

Рис. 54. Известняк с раковинами наутилоидеи в карьере. Фото М. Оутса, 2010 г.



Головоногие с прямой раковиной

На Шахтау встречаются головоногие моллюски, имеющие прямую раковину и краевой сифон, которые, вероятно, относятся к подклассу бактри-тоидей (рис. 55, 56).

Раковина разделена прямыми перегородками на камеры. Чтобы точно определить этих моллюсков, нужно найти раковину с сохранившейся перегородочной линией.



2 см

Рис. 55. Раковина прямого головоногого моллюска с краевым положением сифона.



2 см

Рис. 56. Известняк, содержащий раковины наутилоидей со спирально-плоскостными раковинами и головоногих моллюсков с прямыми раковинами.

Аммоноидеи

К подклассу аммоноидей относятся вымершие головоногие моллюски, раковина большинства из которых состоит из нескольких оборотов, навитых в одной плоскости. Линия соприкосновения оборотов называется швом. Ширина оборотов последовательно увеличивается в каждом витке, поэтому в средней части раковины с двух сторон образуется углубление — пупок. Раковина аммоноидей разделена перегородками камеры. Перегородки камер имеют сложный гофрированный край, который образует извилистую линию прикрепления к раковине. В этой линии чередуются выпуклости и вогнутости, поэтому вогнутые части линии называются лопастями, выпуклые — седлами, а линия — лопастной линией. Характер лопастной линии является очень важным признаком для диагностики аммоноидей.

На Шахтау аммоноидеи редки. М.Ф. Богословской по материалам И.К. Королюк определены четыре вида. Раковины аммоноидей имеют небольшие размеры, они встречаются в пограничных отложениях ассельского и сакмарского ярусов и в артинском ярусе (рис. 57).



Рис. 57. Аммонит *Uraloceras* sp. в мергеле артинского яруса.

Мшанки

Мшанки — микроскопические колониальные бентосные организмы (рис. 58, 59). Их колонии состоят из многочисленных особей, которые называются зооидами. Зооиды отличаются строением и функциями, которые они выполняют.

Мшанки обитали в различных зонах рифа, в наиболее благоприятных условиях они образовывали мшанковые биогермы размером в несколько метров. На рифовом гребне они обитали вместе с тубифитесами, палеоаплизинами и другими каркасными организмами. Самые крупные мшанковые биогермы встречаются в стерлитамакском горизонте сакмарского яруса; в тубифитесовых известняках размеры мшанок гораздо меньше. Формы колоний мшанок разнообразны — преобладают сетчатые, пластинчатые формы и широкие корзинки, реже — ветвистые формы.

И.П. Морозова (Королюк, 1985) определила более 45 видов мшанок. Наибольшее распространение на рифе имели представители отрядов Fenestellida, Rhabdomesida и Cryptostomida, относящиеся к классу Gymnolaemata (Голоротые). Фенестеллиды отличаются сетчатой и решетчатой формой колонии (рис. 60–62).



Рис. 58. Современная мшанка из Новой Зеландии (Tracey et al., 2007).

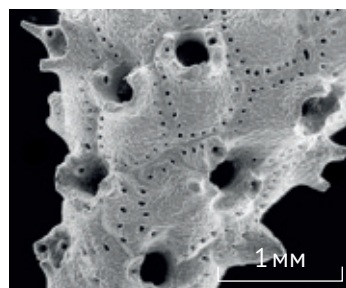


Рис. 59. Обизвествленное основание колонии современной мшанки с континентального шельфа северо-западного Средиземноморья (Madurell et al., 2013, fig. 1).



Рис. 61. Сетчатые формы мшанок фенестеллид.



Рис. 62. Известняк с сетчатой колонией мшанок.

Рабдомезиды имеют ветвистые колонии в виде тонких палочковидных и нитевидных прутиков.

Мшанки часто захоронялись в прижизненном положении, со временем пространство между скелетными элементами заполнялось обломками скелетов других организмов или инкрустационным кальцитом.

Брахиоподы

Брахиоподы — бентосные организмы (рис. 63), обладающие двустворчатой раковиной, плоскость симметрии которой пересекает раковину от макушки к переднему краю. Различают спинную и брюшную створки. Брюшная створка обычно более выпуклая и охватывает спинную. Количество видов брахиопод, определенных на Шахтау, указывается от 60 (определения Н.Н. Фотиевой и Е.И. Ивановой из коллекции И.К. Королук, 1985) до 120 (Герасимов, 1929).



Рис. 63. Современные брахиоподы *Magellania* (фото с сайта*).

Продуктиды

Продуктиды преобладают над представителями других отрядов брахиопод. Раковины продуктид отличаются от других отрядов сильно выпуклой брюшной створкой и наличием игл. Среди них встречаются ребристые и гладкие раковины со слабо выраженными продольными складками. Продуктиды обычно обитали на илистых грунтах, где они лежали на дне брюшной створкой вниз или опираясь на иглы. Следы прикрепления игл в виде бугорков иногда можно наблюдать на поверхности раковины (рис. 64). Некоторые брахиоподы прикреплялись так называемой «ножкой» к грунту.

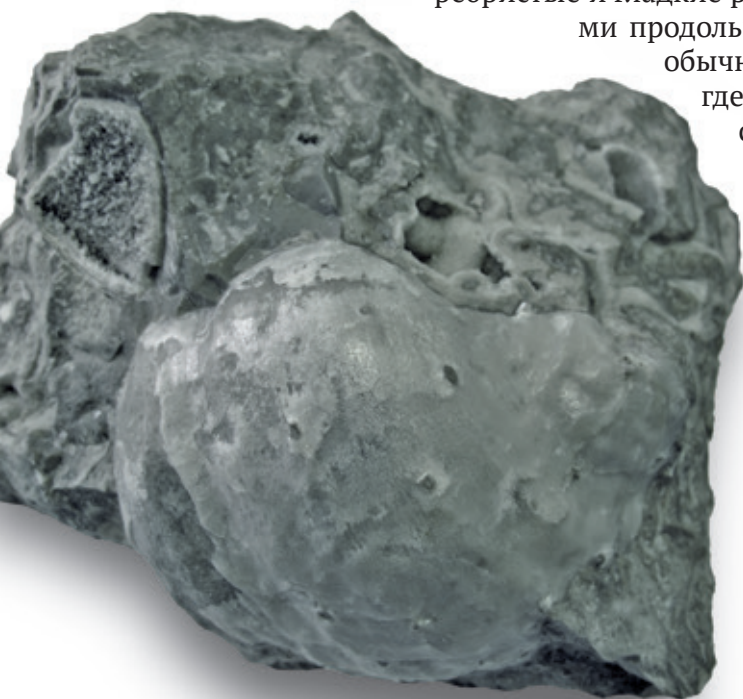


Рис. 64. Раковина брахиоподы из отряда Productida со следами прикрепления игл. Натуральная величина.

* macroevolution.narod.ru/_pbrach.htm.

Из продуктид на Шахтау многочисленны раковины ехиноконхусов с концентрическими морщинами (рис. 65, 66).

У ретикулятии раковина покрыта радиальными ребрами и отчетливыми концентрическими морщинами, создающими в ее примакушечной части сетчатый орнамент (рис. 67).

У некоторых продуктид сохраняется внутреннее строение раковины (рис. 68).

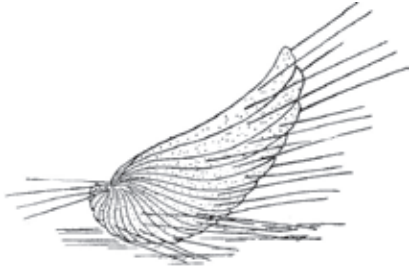


Рис. 65. Реконструкция прижизненного положения рода *Echinoconchus* (по Ивановой Е.И., 1949).



Рис. 66. Род *Echinoconchus* sp. Вид сбоку. На поверхности раковины видны концентрические морщины. Натуральная величина.



Рис. 67. Род *Reticulatia* sp. Вид со стороны брюшной створки. Натуральная величина.



Рис. 68. Внутренняя поверхность спинной створки ребристой раковины Productida с элементами внутреннего строения в глыбе карьера. Натуральная величина. В области макушки — кардинальный отросток, служащий местом прикрепления мускулов-открывателей. От кардинального отростка отходит срединная септа. Фото В. Пучкова, 2007 г.

Спирифериды

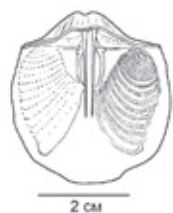
Следующее место по количеству родов занимают спирифериды. На брюшной створке многих спириферид имеется вогнутость, которая называется синусом. При этом на спинной створке присутствует выпуклость, называемая седлом. Из спириферид многочисленны представители рода хориститес (рис. 69, 70).



Рис. 69. *Choristites* sp. со стороны брюшной створки. Натуральная величина.



а



б

Рис. 70. Реконструкция прижизненного положения (а) и ручного аппарата (б) *Choristites* (по Ивановой, 1949).

Многие брахиоподы обладали ручным аппаратом. Ручной аппарат служил для создания тока воды от переднего края раковины ко рту и вывода профильтрованной воды из раковины. На этом каркасе находились мягкие реснички, которые создавали два противоположных тока воды. У представителей отряда Spiriferida часто сохраняется ручной аппарат, представленный двумя конусовидными спиралями с вершинами, обращенными в стороны (рис. 71–74).



Рис. 71. *Neospirifer* sp. со стороны спинной створки. Натуральная величина.



Рис. 72. Ручной аппарат спириферид.



Рис. 73. Ручной аппарат в глыбе известняка в карьере. Фото М. Оутса, 2010 г.



Рис. 74. Раковина спирифериды в карьере с фрагментом конуса спирали ручного аппарата, который обломан и деформирован. Черные параллельные полосы – это сечение ленты спирали. Фото М. Оутса, 2010 г.

На Шахтау встречаются также представители отрядов ринхонеллид, теребратулид, строфоменид, ортид. Они представлены небольшим числом родов.

Ринхонеллиды имели раковины мелкого и среднего размера с хорошо выраженным синусом и седлом и отчетливыми радиальными ребрами (рис. 75).

Брахиоподы были распространены в восточной части рифового массива на рифовом плато. Они обитали на склонах небольших отмелей, иногда формировали брахиоподовые банки.



Рис. 75. Раковины ринхонеллид в палеоаплизинном известняке.

Иглокожие

На Шахтау из иглокожих в массовом количестве встречаются остатки морских лилий — криноидей.

Скелет криноидей состоит из чашечки, стебля и рук (рис. 76). В строении чашечки участвуют 2–3 пояса табличек. Руки отходят от радиальных табличек, образующих чашечку, и состоят из подвижно сочлененных члеников. Это дает им возможность изгибаться.

Руки ветвятся, иногда многократно, в результате чего резко возрастает площадь сбора пищи. Стебель морских лилий имеет различную длину (максимально до 20 м) и состоит также из подвижно сочлененных члеников, может изгибаться и частично поворачиваться. Криноидеи вели неподвижный образ жизни, прикрепляясь ко дну и приподнимаясь над ним с помощью стебля. Они образовывали поселения на отмелях рифа. После отмирания животного их скелет легко распадался на членики, образуя криноидные известняки (рис. 77).

В породах Шахтау преобладают членики размером 0,5 см в поперечнике, но довольно часто встречаются и более крупные, до 1–2, реже — менее 0,5 см в диаметре.

Иногда встречаются остатки стеблей, состоящие из нескольких члеников (рис. 78). Чашечки морских лилий в породах сохраняются редко, однако в коллекции музея имеется один экземпляр (рис. 79).

Криноидеи часто захоронялись совместно с фузулинидами, образуя смешанные фузулиново-криноидные или криноидно-фузулиновые известняки. Членики криноидей легко переносились течениями и могли образовывать скопления в пониженных участках рельефа.

На рифе обитали также морские ежи, от которых остаются иглы и таблички, ранее составлявшие панцирь животного. Одну такую табличку панциря морского ежа можно увидеть на фотографии фузулинидового известняка (см. рис. 28, с. 33). На ней хорошо сохранился выступ, на котором находилась игла.



Рис. 76. Реконструкция морской лилии (реконструкция по Безеру, с сайта*).

* medbiol.ru/medbiol/dog/0005f60b.htm



2 см

Рис. 79. Ядро чашечки криноидеи.



2 см

Рис. 77. Криноидный известняк.



Рис. 78. Стебель криноидеи.
Диаметр членика 1,6 см.

Хордовые. Хрящевые рыбы

Один из уникальных образцов музея — зубная спираль акулы геликоприона (рис. 80). *Helicoprion* в переводе с латинского означает «спиральная пила». Глыбу известняка с остатком зубного аппарата акулы нашел французский палеонтолог Кристиан Сейва во время совместных полевых работ с сотрудниками Института геологии и геохимии Уральского отделения РАН, которые проводились по программе «Палеозойские карбонаты Урала» в 1992–1994 годах. Изучив находку французского палеонтолога, а также все известные местонахождения геликоприоновой фауны мира, Б.И. Чувашов (2001) пришел к выводу, что эта спираль принадлежит к новому виду и роду (рис. 81).

Находки зубных спиралей геликоприонов не редкость на Урале, так как геликоприоны занимали все экологические ниши приуральской части раннепермского моря, особенно тяготея к мелководным зонам — западной, приплатформенной и восточной, приближенной к берегу (Чувашов, 2001). Остатки геликоприонов и других рыб, как правило, отсутствуют в рифовых отложениях и встречаются обычно в относительно глубоководных глинистых межрифовых осадках. Поэтому находка спирали в рифовых известняках Шахтау может быть объяснена случайным заносом плавающего мертвого тела акулы на рифовую отмель. Найденная спираль является наиболее древней в ряду уральских находок, она происходит из верхней части сакмарского яруса, тогда как остальные местонахождения геликоприонов приурочены к саргинскому горизонту артинского яруса.

Название новому роду дано по местонахождению на Шахтау, а виду — по имени французского палеонтолога, сотрудника нефтяной фирмы Эльф-Акитен Кристиана Сейва, нашедшего этот образец.

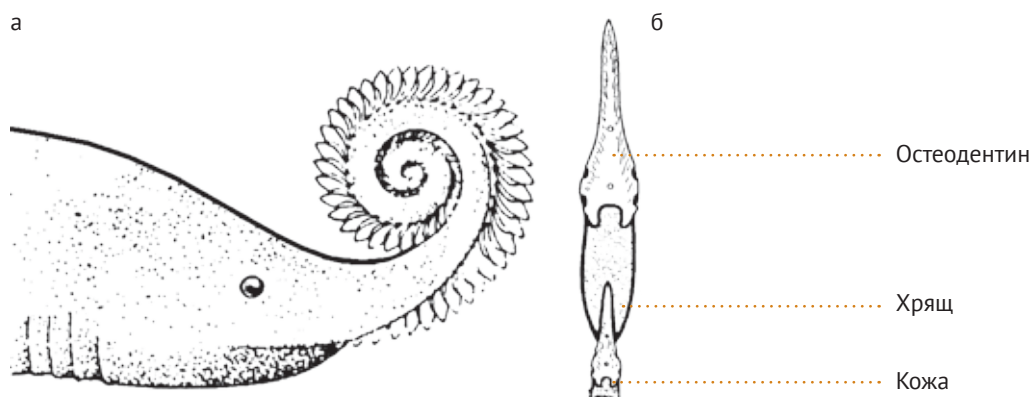
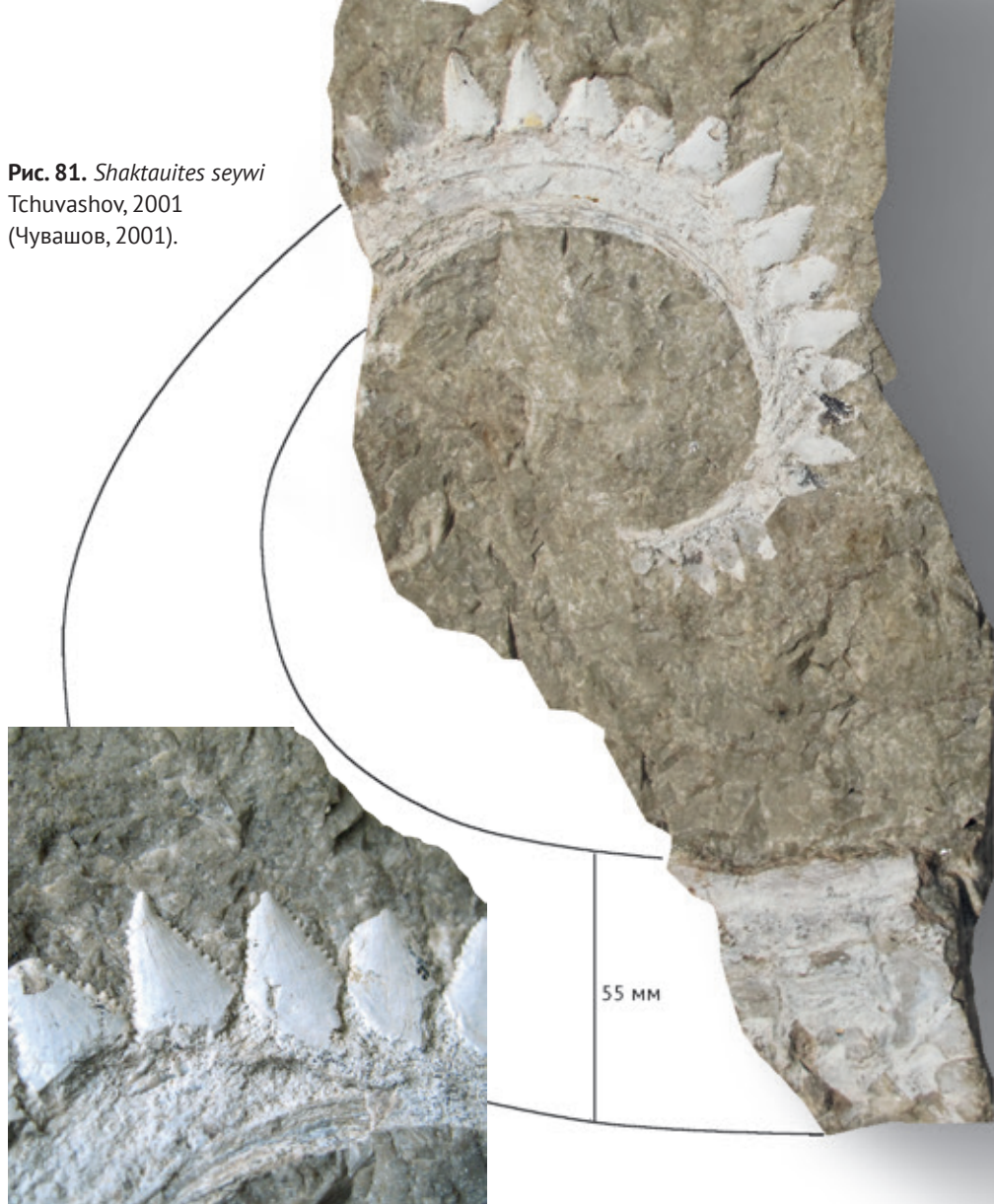


Рис. 80. Реконструкция головы геликоприона а — вид сбоку, б — поперечный разрез двух оборотов спирали по Д.В. Обручеву, 1952 (Чувашов, 2001).

Рис. 81. *Shaktauites seywi*
Tchuvashov, 2001
(Чувашов, 2001).



Новый вид отличается от «настоящих» геликоприонов слабо завитой спиралью — наличием всего одного оборота при 2,5–3 оборотах и более у других видов, относительно небольшим числом зубов — 50, у других видов они достигают 135, мощным хрящевым ростром.

Зубная спираль находилась на верхней челюсти акулы, прикрепляясь с помощью хряща. Изучив сопутствующие геликоприонам ископаемые остатки, Б.И. Чувашов предположил, что зубная спираль геликоприонов могла иметь копательную функцию и служить для извлечения мягкотелых животных из ила. Объектами питания геликоприонов могли быть мелкие хрящевые и костистые рыбы, черви и другие организмы, не оставившие после себя остатков скелета и следов жизнедеятельности.

Рис. 82. Участники международного конгресса по кораллам и губкам в 2007 г. в Музее. Слева направо: Geister Jörn (Швейцария), Copper Paul (Канада), John Jell (Австралия). Фото В. Пучкова.

Значение древних органогенных построек

Шиханы Приуралья и коллекция Шахтау вызывают большой интерес у специалистов современных рифов (рис. 83), так как ископаемые рифы отражают всю историю возникновения, развития и отмирания рифовых экосистем.

Древние органогенные постройки давно используются для восстановления палеогеографических условий прошлых эпох (Равикович, 1968). Чарльз Дарвин еще в 1842 г. в своем труде «Строение и распределение коралловых рифов» отметил, что образование рифов связано с движениями земной коры.

Распространение современных коралловых рифов подчинено двум основным факторам.

- Климатическая зональность. Органогенные постройки почти нигде не переходят 30 градусов северной и южной широты.
- Вертикальная зональность. Органогенные постройки тяготеют к мелководным прибрежным зонам и областям океанических островов.

Изучение древних построек основано на принципе актуализма, который позволяет анализировать условия формирования древних отложений путем сравнения их с современными подобными образованиями (рис. 84). Однако этот анализ нужно использовать с учетом того, что в истории развития биосферы происходит постоянное усложнение геологических и биологических явлений.



Заключение

Ископаемый риф Шахтау наряду с шиханами Тратау, Юрактау, Куштау, выведенными на дневную поверхность в результате поднятия крупного тектонического блока, представляют собой часть огромной рифовой системы, простиравшейся вдоль восточного края Русской платформы в раннепермскую эпоху пермского периода. Большая часть рифов погружены и могут быть изучены только по материалам буровых скважин. Палеонтологическая коллекция Музея камня Ивана Скуина дает представление о разнообразии раннепермского сообщества флоры и фауны рифовой экосистемы. В настоящей книге приведены изображения только части богатейшей коллекции, которая продолжает пополняться новыми образцами из карьера. Многие образцы еще предстоит изучить.

Разнообразие живых организмов прошлого поражает воображение любого любителя природы. В последние годы стали популярны семинары и коллоквиумы для широкой аудитории, включающей специалистов и любителей палеонтологии. Такие коллоквиумы проходят ежегодно в г. Кунгуре на Урале (Наугольных, 2014). Коллекция Музея камня имени Ивана Скуина вместе с отработанным карьером Шахтау может послужить основой для создания палеонтологического парка пермского периода. Идея создания такого парка уже высказывалась (Чувашов, Черных, 2009). Палеонтологический парк будет иметь огромное значение как центр привлечения творческой молодежи и как объект культурного наследия Башкортостана.



О ценности палеонтологических коллекций в 1991 г. сказал в своем докладе на 32-й сессии Палеонтологического общества выдающийся ученый, старейший член Российской Академии наук, Президент Палеонтологического общества России (в период 1974–2013 гг.) Борис Сергеевич Соколов, цитата которого помещена в начале книги. Б.С. Соколов прожил долгую жизнь (99 лет), посвятив ее палеонтологии.



Б. Ричардс в карьере Шахтау. Фото М. Коротковой, 2014 г.



Е.И. Кулагина в музее с молодыми специалистами.

- ◀ **Рис. 84.** Платформенный коралловый риф Херон, один из более 2500 рифов, составляющих Большой Барьерный риф Австралии. Фото Грегори Вебба (Gregory Webb), профессора Университета Квинсленда, Австралия.

Влюблённые в кораллы, или Путешествие в палеозой

Путешествие

Особенно. Начало на стр. 1

Ещё до одесского карьера участники экскурсии посетили отложения верхнего девона и нижнего карбона разреза по реке Сиваза. Причём, чтобы сильно не шокировать иностранных гостей, русские участники делегации встали пораньше и, пренебрегая завтраком, отправились убирать мусор, оставленный туристами в том месте, где предполагали пройти все вместе некоего похода. Многие отложения верхнего карбона и пермы участники посетили на обратном пути по возвращении в Юг.

На международном конгрессе было представлено 24 страны: 96 учёных из США, Канады, Японии, Китая, Корей, Норвегии, Германии, Франции, Испании, Италии, Польши, Англии, Ирландии, Бельгии, 15 — из России. Среди российских участников — представители «Роснедра», Российской акаде-

мии наук и высшей школы. Это второй Международный палеонтологический конгресс, который пройдёт в России. Десятый конгресс был юбилейным и проводился именно в России, отсюда дань уважения заслугам академика ЯН Б.С. Соколова — одного из инициаторов создания ассоциации и председателя первого конгресса, состоявшегося 1971 году в Новосибирске. Такие конгрессы проводятся в разных странах мира каждые 4 года. Собрание проводилось по инициативе Международной ассоциации «Fossil Studies & Paleontology», которая является ассоциацией членами Международной Палеонтологической Ассоциации (IPA). Программа конгресса включала разнообразные устные и стендовые научные доклады и сообщения дней, так называемых, полных экскурсий, об одной из которых было рассказано выше. Рабочий день конгресса состоял из английской и русской, причём

все презентации и публикации должны были быть подготовлены на английском языке. В то же время организационный комитет подготавливал циркуляры и программы, а также справочную информацию на русском языке. Также же разноязычные саундтрек в воскресенье и на нашем карьере, только это совсем не мешало: почти все наши учёные легко общаются на английском языке, а многие иностранцы частично владеют русским и уже все без исключения специалисты владеют языком рифов и древних морских организмов. Вернувшись с карьера, палеонтологи ещё долго обменивались своими впечатлениями, показывали находки друг другу, а также любезно согласились принять участие в опросе для «Пульса объединения». Все участники в опросе учёные посетили наш карьер впервые.

Мария СЕМЕНА, фото автора



В.К. Пузос вместе с иностранным коллегой сравнивают фотографии с действительностью



Учёные спорят в музее сканья



Три палеонтолога фотографируют редкие образцы

— Wow! It's beautiful! — Да, это действительно уникальные экологий!

Путешествие

Как Вы собираетесь использовать полученную на конгрессе информацию?



Paul COPPER (Canada): «Я профессор, и кроме научной работы у меня есть студенческая. Полученную информацию я собираюсь применять как в лекционных курсах, так и в своих научных трудах. Я занимаюсь анализом распространения рифов во времени. Это имеет как научное значение, связанное с возможностью выявления периодичности, основных причин кризисов и измерения рифов прошлого, так и практическое: рифы являются неструктурированными ловушками углеводородов, выявленными в различных регионах мира. Ведь рифовые системы являются одним из основных мест обитания различных групп кораллов и губок. В основном я работаю с организменными построениями, брахиоподами, моллюсками и в какой-то мере с кораллами».



Елена МИХАЙЛОВА (Россия): «Самым большим открытием для меня является экскурсия в наш геологический музей: совершенно потрясающая коллекция и очень высокий музейный уровень. Я так говорю потому, что очень хорошо знакомы со многими музеями страны. К примеру, в нашем геологическом горном институте, где я и работаю преподавателем палеонтологией, есть музей, который известен ещё с детства. В нашем музее меня поразила грамотная выкладка экспонатов — это собрание временной шкалы, есть возможность увидеть один и тот же организм с разных сторон: внешние, внутренние структуры рассмотреть. Большое спасибо Ивану Альбертовичу за подготовку образцов и мест в карьере».



John JELL (Australia): «Для меня и сам этот десятый конгресс, и тем более Южнокорейская экскурсия с посещениями инженерских рифов, представленных водородными и палеозойскими построениями с трудными многими выдающимися палеонтологами, но всё впервые увидел это своими глазами. Для меня это вдвойне важно, так как я уже долгое время занимаюсь Большими барьерными рифами в Австралии. Это восьмое чудо света — самый большой существующий в мире коралловый риф. Я собрал образцы кораллов, которые занимался, чтобы прояснить, в каком окружении они жили, строили рифы или нет. Такая возможность сравнения важна для экологической истории».



Ольга КОССОВАЯ (Россия): «Этот юбилейный конгресс был посвящён различным аспектам фундаментальной и прикладной палеонтологии, биогеографии, палеоэкологии, биогеографии различных групп кораллов и губок фанерозоя, а также вопросам палеоинтактологии и закономерностям распространения органических построек и рифов. Хочу отметить, что помимо привычных лекций на нашем конгрессе прозвучали и новые, которые можно считать в какой-то мере революционными. Это разработка новой систематики по шестилетнему кораллам, которая связана с изучением ДНК в современных кораллах. Изучается биологическая основа вида, а восстановление эволюции происходит не по морфологическому признаку, как обычно, а по генетическому карьеру».



Dieter WEYER (Germany): «Я выбрал именно эту Южнокорейскую экскурсию, так как собирался увидеть всё собственными глазами и собрать некоего материала для своих дальнейших исследований по интересующей меня теме. Замечательный музей: для учёных он отличная база для поиска подтверждений и примеров в работе. Я вижу, что коллекция собралась в разное время и благодаря тому, что содовый завод давно разрабатывает шахты, мы сейчас можем видеть отлично сохранившиеся образцы. На конгрессе я участвовал в сессии, посвящённой классическому, но не потерявшим своей актуальности вопросам изменчивости и таксономии кораллов и губок. Показавшись в последние годы новые методы изучения структуры этих организмов позволяют подойти к систематическим изменениям таксономии и систематики».

Литература

Антошкина А.И., Пономаренко Е.С. Биоиндуцированная кристификация как реакция позднекаменноугольно-раннепермских рифовых экосистем на изменения биосферы // Становление скелета у различных групп организмов и биоминерализация в истории Земли. Серия «Геобиологические системы в прошлом». М.: ПИН РАН, 2014. С. 44–62. www.paleo.ru/institute/publications/geo/.

Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Палеонтология. 2-е издание, переработанное и дополненное. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. 592 с.

Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. и доп. / Гл. ред. О.В. Петров. Т.2. К-П. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ. 2011. 480 с.

Герасимов Н.П. Брахиоподы Стерлитамакского известняка. Ученые записки Казанского университета, 1929. Т. 89. Кн. 5/6. С. 777–872.

Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах. Методическое руководство. Москва: Изд-во ГЕРС, 2009. 196 с.

Данукалова Г.А., Сорока И.Л., Стародубцева И.А. Палеонтология в таблицах и иллюстрациях. Москва: Акварель, 2013. 312 с.

Иванова Е.И. Условия существования, образ жизни и история развития некоторых брахиопод среднего и верхнего карбона Подмосковной котловины // Тр. ПИН АН СССР. Т. XXI. М.–Л., 1949. 194 с.

Клейменов Д.А., Альбрехт В.Г., Талалай А.Г., Коротеев В.А., Рыбакин Д.В., Нестерова Г.М., Лобанов Е.В., Григорьев В.В. Знаменитые месторождения Урала. Часть вторая. Екатеринбург: Уральский рабочий, 2007. 240 с.

Королюк И.К. Методика и результаты изучения пермского рифогенного массива Шахтау. М.: Наука, 1985. 111 с.

Королюк И.К., Кириллова И.А. Литология биогермных известняков нижнепермского массива Шахтау (Приуралье) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1973. Т. 58. Вып. 4. С. 73–86.

Королюк И.К., Михайлова М.В. Терминология, критерии выделения, классификация и методы изучения рифогенных отложений. Литология и полезные ископаемые. 1977. №2. С.24–35.

Королюк И.К., Щекотова И.А. Путеводитель экскурсии по Стерлитамакским шиханам — рифогенным образованиям раннепермского времени. М.: Наука, 1989. 30 с.

Королюк И.К., Сидоров А.Д. Строматолиты нижнепермского биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Докл. АН СССР, 1973. Т. 208. № 4. С. 920–923.

Коссовая О.Л. Ругозы типовых разрезов гжельского-артинского ярусов Северного Тимана и Западного склона Урала // Атлас эталонных комплексов палеозойской бентосной фауны Северо-Востока Европейской части России. Остракоды, брахиоподы, ругозы / ВСЕГЕИ. Санкт-Петербург, 1997. С. 43–96. С. 128–149.

Кулагина Е.И., Скуин И.А., Коссовая О.Л. Древний мир раннепермского рифа Шахтау на Южном Урале в коллекции И.А. Скуина // Пермская система: стратиграфия, палеонтология, палеогеография, геодинамика и минеральные ресурсы: Мат-лы конференции, посвященной 170-летию со дня открытия пермской системы (5–9 сент. 2011 г., Пермь)/Перм. гос. ун-т. Пермь, 2011. С. 116–120.

Кулик Е.Л. Известковые зеленые (сифоновые) водоросли ассельского и сакмарского ярусов биогермного массива Шахтау (Башкирия) // Вопросы микропалеонтологии. Вып. 21. М.: Наука, 1978. С. 182–215.

Маслов В.П. Ископаемые известковые водоросли СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 300 с. (Труды / ИГН АН СССР; Вып. 160).

Наливкин Д.В. Стерлитамакское пересечение Южного Урала. Пермская экскурсия, южный маршрут. Международный геологический конгресс, XVII сессия. М., 1937. С. 93–116.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.

Пучков В.Н. Стерлитамакские шиханы — уникальные явления природы. www.youtube.com/watch?v=oLoXQ7947dg. Yutub, 2012.

Равикович А.И. Морфология современных рифов и экология их строителей и других обитателей // Ископаемые рифы и методика их изучения. Труды третьей палеоэколого-литологической сессии. ИГиГ Уральский филиал АН СССР. Свердловск, 1968. С. 5–17.

Раузер-Черноусова Д.М. Фации верхнекаменноугольных и артинских отложений Стерлитамакско-Ишимбайского Приуралья: на основе изучения фузулинид. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 109 с. (Тр. / ИГН АН СССР; Вып. 19).

Раузер-Черноусова Д.М. Палеоэкология ассельских и сакмарских фузулинид из биогермного массива Шахтау // Вопросы микропалеонтологии, 1975. Вып. 18. С. 96–122.

Справочник по систематике фораминифер палеозоя // Д.М. Раузер-Черноусова (ред.). Москва: Наука, 1996. 203 с.

Раузер-Черноусова Д.М., Королюк И.К. Стерлитамакские шиханы — раннепермские рифы. Международный конгресс «Пермская система Зем-

- ного шара». Путеводитель геологических экскурсий. Часть II/Южноуральская экскурсия. Свердловск, 1991. С. 47–71.
- Региональный атлас.** Республика Башкортостан / Ред. Г. Третьякова. ФГУП «439 ЦЭВКФ» МО РФ, 2005. 127 с.
- Скуин И. А.** Шиханы — уникальное природное явление. «Пульс объединения» № 54 (3649) от 24 июля 1991 года.
- Скуин И. А.** Шиханы наши уникальны. «Пульс объединения» № 44 (3590) от 28 ноября 1997 года.
- Скуин И. А.** Органический мир палеозоя — эры древней жизни. «Пульс объединения» № 12 (3613) от 3 апреля 1998 года.
- Сошкина Е. А., Добролюбова Т. А., Порфирьев Г. С.** Пермские ругозы Европейской части СССР // Палеонтология СССР, т. V, ч. 3, в. 1. М.–Л., АН СССР, ПИН, Изд. АН СССР, 1941. 304 с.
- Хатьянов Ф. И.** Геолого-геофизические особенности погребенных рифовых массивов в связи с проблемой их поисков // Ископаемые рифы и методика их изучения. Труды третьей палеоэколого-литологической сессии / ИГиГ УрО АН СССР. Свердловск, 1968. С. 226–247.
- Чувашов Б. И.** Морфология, экология и систематическое положение рода *Palaeoaplysina* // Палеонтологический журнал. 1973. № 4, с. 3–8.
- Чувашов Б. И.** Пермские акулы семейства *Helicoprionidae* — стратиграфическое и географическое распространение, экология, новый представитель // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Урала. Сборник научных трудов, Вып. 6 / ИГиГ УрО РАН. Екатеринбург, 2001. С. 12–27.
- Чувашов Б. И., Дюпина Г. В., Мизенс Г. А., Черных В. В.** Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми западного склона Урала и Приуралья. Свердловск, ИГиГ УрО АН СССР, 1990. 370 с.
- Чувашов Б. И., Пруст Ж.-Н., Буассо Т., Веннан Е., Черных В. В.** К истории формирования стерлитамакских шиханов (Раннепермские рифовые массивы южного Предуралья) // Ежегодник-1995. Информационный сборник научных трудов / ИГиГ УрО РАН. Екатеринбург, 1996. С. 25–37.
- Чувашов Б. И., Черных В. В.** Южный Урал: «парк» пермского периода // Вестник Академии наук РБ, 2009. Т. 14. № 4. С. 77–79.
- Шамов Д. Ф.** Фации сакмаро-артинских отложений Ишимбайского Приуралья. М.: Гостоптехиздат, 1957. С. 3–76 (Тр./УФНИИ; Вып. II).
- Шамов Д. Ф.** Разрез перми гор-одиночек Шахтау и Тратау // Путеводитель экскурсий 047 XXVII Международного геологического конгресса: Южный Урал / Отв. ред. О. Л. Эйноор. М.: Наука, 1984. С. 22–25.

Anderson K.D., Beauchamp B. Paleobiology and paleoecology of *Palaeoaplysina* and *Eopalaeoaplysina* new genus in Arctic Canada // Journal of Paleontology, 2014. 88(5). P. 1056–1071. Copyright 2014, The Paleontological Society. 0022–3360/14/0088–1056#03.00

Chuvashov B.I. Permian reefs of the Urals // Facies, 1983. № 8. P. 191–212.

Fedorowski J. Remarks on the paleobiology of Rugosa // Geologos, 1997. P. 2, 5–58. Wrocław.

Fedorowski J., Bamber E.W. Lower Permian colonial Rugose corals –Western and Northwestern Pangea: taxonomy and distribution. Ottawa, NRC Research Press, 2007. 231 p.

Madurell T., Zabala M., Dominguez-Carrió C., Gili J.M. Bryozoan faunal composition and community structure from the continental shelf off Cap de Creus (Northwestern Mediterranean) // Journal of Sea Research 2013, № 83. P. 123–136.

Puchkov V.N. Structure and geodynamics of the Uralian orogen. Orogeny // Through Time: Geological Society Special Publications. No 121. London, 1997. P. 201–234.

Senowbari-Daryan B. Tubiphytes Maslov, 1956 and description of similar organisms from Triassic reefs of the Tethys // Facies, 2013. 59. P. 75–112.

Stanley G.D. The evolution of modern corals and their early history. Earth Science Reviews, 2003. P. 196–225.

Stolarski et al. The ancient evolutionary origins of Scleractinia revealed by azooxanthellate corals BMC Evolutionary Biology 2011, 11 : 316. www.biomedcentral.com/1471-2148/11/316 (28 October 2011).

Tracey D.M., Anderson O.F., Naylor J.R. A guide to common deep sea invertebrates in New Zealand waters. Second edition NIWA Private Bag 14901. Wellington New Zealand Aquatic Environment and Biodiversity Report No. 10. 2007. www.nat-geo.ru/article/48-bolshoy-barerniy-rif/

Оглавление

Вступительное слово	4
Предисловие	5
Введение	10
Общие сведения о Шахтау	12
История разработки карьера	14
Почему здесь росли рифы	16
Рифостроители Шахтау	18
Рифовые фации	20
Вторичные минералы	23
Палеонтологическая коллекция	28
Строматолиты	29
Водоросли	30
Стволы деревьев	32
Фораминиферы	33
Палеоаплизины	36
Кораллы	40
Членистоногие	43
Моллюски	44
Двустворчатые моллюски или бивальвии	44
Брюхоногие моллюски или гастроподы	45
Наутилоидеи	46
Головоногие с прямой раковиной	50
Аммоноидеи	51
Мшанки	52
Брахиоподы	54
Продуктиды	54
Спирифериды	56
Иглокожие	59
Хордовые. Хрящевые рыбы	61
Значение древних органогенных построек	63
Заключение	64
Литература	67

Е. И. Кулагина, И. А. Скуин, О. Л. Коссовая

ПЕРМСКИЙ РИФ ШАХТАУ

Ответственный редактор — член корр. РАН Б. И. Чувашов

Рецензенты:

кандидат геолого-минералогических наук Г. А. Данукалова, ИГ УНЦ РАН,
кандидат геолого-минералогических наук С. В. Николаева, ПИН РАН

Дизайн и верстка — В. А. Осипов

На четвертой странице обложки:
Современный коралловый риф Херон (Австралия).
Фото Г. Вебба.

Подписано к печати 15.04.2015.
Формат 70×100/16. Усл. печ. л. 6. Бумага мелованная. Печать офсетная.
Заказ № 150093. Тираж 3000 экз.

Отпечатано в типографии ГУП РБ «Издательство „Белая Река“»
г. Уфа, ул. Кирова, 109. Тел. (347) 279–80–43



Елена Ивановна Кулагина,
доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник Института геологии
Уфимского научного центра Российской академии
наук (ИГ УНЦ РАН).



Ольга Леонидовна Коссова,
кандидат геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник Всероссийского
научно-исследовательского геологического институ-
та (ВСЕГЕИ).



Иван Альбертович Скуин
(19.03.1940–10.07.2014),
участковый геолог карьера Шахтау,
собранный уникальную коллекцию
ископаемых пермского периода.

