

Российская академия наук
Уральское отделение
Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого
Федеральное агентство по образованию
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Погромская О. Э.

**МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ЛИТОЛОГИИ**

*Утверждено Редакционно-издательским советом университета в
качестве учебно-методического пособия к практическим занятиям
и самостоятельной работе по курсу «Литология»*

Екатеринбург
2004

УДК 550.86 : 552.5

П43

Погромская О.Э. МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
ЛИТОЛОГИИ: Учебно-методическое пособие.

Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2004. 116 с.

Изучение микрофауны имеет большое значение для воссоздания физико-географических обстановок прошлого Земли. Различные группы организмов обитали в неодинаковых условиях. Знание условий существования организмов, остатки которых сохраняются в породах, подкреплённое исследованием литологии самих пород, позволяет делать выводы о фациальных особенностях отложений, решать палеогеографические проблемы.

Данная книга адресована литологам, геологам, изучающим осадочные толщи, студентам и аспирантам геологических специальностей.

Книга издана при поддержке Фонда содействия отечественной науке.

Рецензент: профессор Уральского государственного горного университета, доктор геол.-мин. наук В. П. Алексеев

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

© Погромская О.Э., 2004

© Институт геологии и геохимии УрОРАН, 2004

© Уральский
государственный горный
университет, 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава I. Общие вопросы микропалеонтологии.....	6
I.1. Принципы палеонтологической номенклатуры.....	6
I.2. Методологические приёмы изучения микрофоссилий...7	7
I.3. Значение абиотических факторов, седиментационных и постседиментационных процессов при распространении микроорганизмов в биосфере и сохранности их остатков...9	9
Глава II. Палеонтология и литология карбонатных пород.....	15
II.1. Понятия «фация» и «микрофация».....	15
II.2. Понятие «литобиомикрофация».....	16
II.3. Карбонатные породы, их роль в седиментогенезе и прикладное значение.....	17
II.4. Обзор существующих классификаций карбонатных пород.....	19
Глава III. Организмы, имеющие существенную геологическую значимость и широкое распространение в шлифах.....	35
III.1. Водоросли.....	35
Тип Cyanophyta. Синезелёные водоросли.....	36
Тип Chrysophyta. Золотистые водоросли.....	39
Тип Chlorophyta. Зелёные водоросли.....	40
Тип Rhodophyta. Багряные водоросли.....	43
Тип Charophyta. Харовые водоросли.....	45
Тип Phaeophyta. Бурые водоросли.....	47
Тип Diatomeae. Диатомовые водоросли.....	47
III.2. Животные организмы.....	51
Тип Protozoa. Простейшие.....	51
Тип Spongia. Губки.....	65
Тип Archaeocyathi. Археоциаты.....	68
Тип Coelenterata. Кишечнополостные.....	70
Группа Vermes. Черви. Тип Annelida. Кольчатые черви...80	80
Тип Conodonta. Конодонты.....	82
Тип Bryozoa. Мшанки.....	85
Тип Brachiopoda. Брахиоподы.....	87
Тип Mollusca. Моллюски.....	90
Тип Arthropoda. Членистоногие.....	98
Тип Echinodermata. Иглокожие.....	101
III.3. Следы жизнедеятельности организмов.....	107
Литература.....	111

ВВЕДЕНИЕ

Микропалеонтология – раздел палеонтологии, изучающий остатки организмов и детали их строения посредством микроскопа или бинокуляра.

Микропалеонтологические исследования характеризуются следующими особенностями:

- 1) мелкие размеры объектов изучения;
- 2) обилие объектов изучения в единице площади (объёма) осадка, позволяющее применять статистический метод;
- 3) возможность осуществления микропалеонтологических исследований при наличии даже незначительных по размерам образцов пород, таких, как, например, керн.

Объектами микропалеонтологии являются: 1) водоросли; 2) простейшие – фораминиферы, радиолярии, динофлагеллаты и др.; 3) многоклеточные – цельные скелеты мелких организмов (например, остракод) и фрагменты скелетов более крупных животных (спикулы губок, конодонты и т. п.). Наиболее важными объектами в стратиграфическом отношении являются фораминиферы, конодонты, остракоды.

К объектам микропалеонтологических исследований также причисляются споры и пыльца высших растений, но их изучение выделяют в самостоятельную отрасль палеонтологии – спорово-пыльцевой анализ.

Представители органического мира играют важную роль в образовании осадочных пород. Органическое вещество сильно влияет на свойства пород при его содержании в них >0.1 весового процента. Даже при таком незначительном количестве органики начинает изменяться цвет и плотность породы. В результате деятельности животных и растительных организмов сформировалась большая часть карбонатных пород, которые составляют порядка 15-20% от общего объёма осадочных пород [28]. Создавая свой наружный скелет, органические формы переводят в связанное состояние огромное количество карбоната кальция.

Породы угольного ряда (твёрдые каустобиолиты) сложены микрокомпонентами растительных тканей, водорослей, спорам и пылью, кутикулой листьев, склероциями грибов и т. п. В углях также могут встречаться остатки губок, червей, насекомых, копролиты. Такие породы, как гумолиты, происходят из остатков высших растений. Сапропелиты образуются из остатков низших растений и животных, преобразованных при ограниченном доступе кислорода. Среди сапропелитов встречаются породы, полностью сложенные частями граптолитов, птеропод, трилобитов и т. п. Горючие сланцы, также породы с преобладанием в своём составе остатков низших растений и иногда присутствием остатков животных организмов.

Битумы и другие каустобиолиты нефтяного ряда – углеродные некарбонатные не имеющие биоморфной структуры, более чем на 50% состоят из углеводов – производных органической жизни.

Доманикиты - породы, содержащие различное количество органического вещества, как правило, не имеющего биоморфной структуры, от 0.1 до 25.0 весового процента [28].

Изучение органических остатков необходимо для установления геологического возраста пород, фациальной характеристики отложений, тектонических обстановок, восстановления условий окружающей среды геологического прошлого и эволюционного развития жизни.

Глава I. Общие вопросы микропалеонтологии

I.1. Принципы палеонтологической номенклатуры

Все организмы, как ископаемые, так и современные, подразделяются на две самостоятельные группы - растения и животные. Затем следуют подразделения на типы, классы, отряды, семейства, роды и виды.

Тип – высшая таксономическая единица в систематике животных и растений, объединяющая преимущественно родственные классы.

Класс – систематическая категория, объединяющая сходные отряды (животных) или порядки (растений).

Отряд – категория в систематике животных, подчинённая классу и включающая родственные семейства. Иногда несколько отрядов объединяют в надотряд или отряд разделяют на подотряды.

Семейство – систематическая категория, занимающая промежуточное положение между отрядом и родом и объединяющая роды, имеющие общее происхождение. Крупные семейства иногда делятся на подсемейства, близкие семейства могут объединяться в надсемейства.

Род – таксономическая единица в систематике животных и растений, объединяющая близкие виды. В пределах рода иногда различают подроды.

Вид – элементарная таксономическая форма животных и растений, имеющих общий генезис и характеризующихся общностью систематических признаков. Обычно особи разных видов не скрещиваются либо дают неплодовитое потомство.

Научные названия всех животных и растений пишутся на латинском языке. Названия высших таксономических единиц от типа до подрода состоят из одного слова, после которого иногда помещают фамилию исследователя, установившего данную таксономическую единицу, и, часто, год уста-

новления (род *Productus* Sowerby, 1814). Названия семейств и подсемейств образуются от имени родов, причём названия семейств животных имеет окончание -idae, а подсемейства -inae (семейство *Productidae* - от *Productus*; подсемейство *Schwagerininae* - от *Shwagerina*).

Названия семейств растений оканчиваются на -aceae, подсемейств - на -oideae (семейство *Rosaceae* - от *Rosa*, подсемейство *Rumicoideae* - от *Rumex*).

Название вида всегда двухимённо: оно состоит из названия рода, к которому относится данный вид, и из собственного видового названия. После видового названия ставится фамилия исследователя, установившего вид (*Productus cora* Orbigny). Фамилия автора видового названия в списках обычно пишется сокращённо (Orb. и т. п.).

В палеоботанике различные латинские названия иногда даются различным частям или формам сохранности ископаемых растений, принадлежащих к одному роду. Например, родовым названием *Stigmaria* обозначаются корневые образования деревьев, относящихся к родам *Sigillaria*, *Bothrodendron*, *Lepidodendron*.

Если экземпляр имеет особенности, которые лишают возможности дать ему точное видовое определение, то между родовым и видовым названиями ставятся дополнительные обозначения: cf. (сокращённое от *conformis* - подобный), aff. (*affinis* - близкий), ex gr. (*ex greg* из «стада», в смысле «из группы») [10].

1.2. Методологические приёмы изучения микрофоссилий

Объекты микропалеонтологии изучаются двумя способами: а) извлечение из породы и препарирование остатков организмов; б) исследование органических остатков в шлифах, вместе с вмещающей их породой. Определение животных и растительных форм означает установление их систематиче-

ской принадлежности, т. е. причисление ископаемого к тому или иному таксону (роду, виду).

Таксономическое определение формы производят с помощью её сравнения с изображениями и морфологическими описаниями в монографиях, определителях, атласах. При определительских работах необходимо учитывать, что в природе не существует совершенно одинаковых органических индивидуумов одного вида, так как на развитие каждого из них влияют такие факторы, как: питание, травматичность, экологические условия, возраст особи и т. п.

При исследованиях микрофлоры и микрофауны в породах необходимо отмечать групповой и видовой составы фоссилизированных остатков, производить количественный учёт органических индивидов с целью выяснения частоты их встречаемости, определять ориентировку микрофоссилий в осадке, их приуроченность к разным типам пород, наличие или отсутствие прижизненных связей между различными группами окаменелостей, соответствие исследуемых форм принятым стандартам размеров и морфологических особенностей (строение скелета, скульптуры). Важно также учитывать сохранность изучаемых экземпляров: представлены они цельными скелетами (раковинами) или разрозненными фрагментами этих скелетов (раковин), окатаны или нет эти фрагменты.

Образцы на микрофоссилии следует отбирать из всех стратиграфически и литологически неоднородных горизонтов и пластов, уделяя особое внимание отложениям близ стратиграфических границ. Образцы рекомендуется брать у подошвы пласта, близ его середины (по мощности) и у кровли. Пробы пород, отобранные для исследования содержащейся в них микрофауны, должны быть объёмом не менее 50-100 см³, иногда (например, для изучения конодонтов) достигая 10-12 кг.

Богаты разнообразной органикой известняки, карбонатные глины, мергели, алевролиты, песчаники, мелкогалеч-

ные конгломераты. Представителей микрофауны с кремниевым скелетом: радиолярий и губок - можно встретить в кремнях, яшмах, а также в карбонатных и терригенных породах.

1.3. Значение абиотических факторов, седиментационных и постседиментационных процессов при распространении микроорганизмов в биосфере и сохранности их остатков

Распространение организмов в биосфере всегда связано с распределением абиотических условий среды. Поскольку остатки микроорганизмов и микроскопические остатки крупных организмов изучаются почти исключительно из отложений, сформировавшихся в водоёмах, важно знать абиотические факторы, существующие в разных типах водоёмов и их различных областях.

Солевой режим. Основными солями, растворёнными в воде бассейнов, являются хлориды, сульфаты и карбонаты. В реках и озёрах концентрация солей обычно значительно ниже, чем в морских бассейнах с преобладанием в составе карбонатов, а не хлоридов, как в морях. Нормальная солёность - 32-38‰, характерна для вод океана и сообщаемых с ним морей. Солёность, превышающая указанную, считается повышенной (Красное море - 47 ‰), солёность порядка 25-32 ‰ - пониженной (Чёрное море - 19 ‰). Отклонение солёности вод от нормальной является причиной обеднения видового состава организмов осолонённых и опреснённых бассейнов [18].

Колебания солёности поверхностных вод в различных частях одного бассейна незначительны (не более 2-3 ‰). Исключением являются участки, примыкающие к устьям рек или проливам, из которых поступает вода иной солёности. Площадь распространения поверхностного слоя вод с изменённым соотношением солей может достигать сотен квадратных километров, а толщина таких вод измеряется метрами,

поэтому придонные слои бассейна даже вблизи устьев рек имеют солёность, одинаковую для всего бассейна.

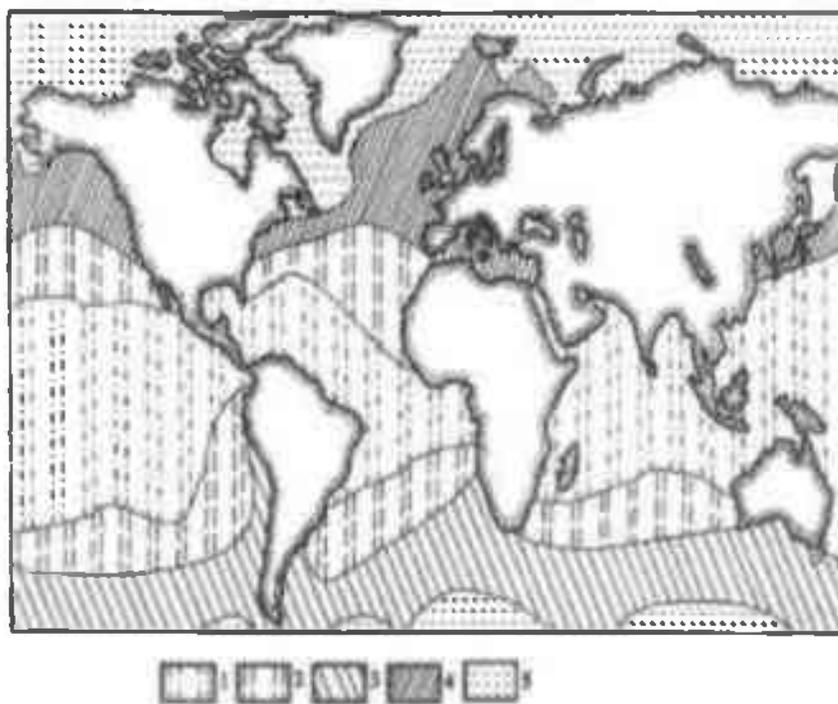


Рис. 1.3.1. Главные температурные зоны на поверхности Мирового океана:

1 – тропическая, 2 – субтропическая, 3 – нотальная, 4 – бореальная, 5 – арктическая и антарктическая

Температурный режим. Термальные зоны, выделяемые в поверхностном слое вод (25-50 м) Мирового океана, различаются средней годовой температурой и величиной годовых колебаний температуры (рис. 1.3.1). Так, тропическая зона характеризуется температурой воды свыше 20°C и малой амплитудой годовых колебаний – менее 3°C . Такими же незначительными годовыми колебаниями температуры воды отли-

чаются арктическая и антарктическая зоны, но средняя температура в них не превышает $1-3^{\circ}\text{C}$. В субтропических зонах средняя температура воды Мирового океана выше 15°C , но годовые колебания значительны и могут превышать 10°C . Общей характеристикой популяций, населяющих бассейны с холодными водами, в противоположность составу биологических сообществ бассейнов тропической зоны, является видовая бедность, при богатстве количественных показателей отдельных видов.

Выделяемые термальные зоны вод Мирового океана не совпадают с расположением широтных поясов, что обусловлено непрерывной вертикальной и горизонтальной циркуляцией поверхностных вод. С увеличением глубины (более 50 м) разница в значениях температур сглаживается, границы термальных зон становятся всё более расплывчатыми, и их выделение - затруднительным.

Газовый режим. Основными газами, влияющими на распределение организмов в водной среде, являются кислород, сероводород, углекислый газ. Кислород содержится в толще воды в количестве $2-6 \text{ см}^3/\text{л}$. Он поступает в воду из атмосферы и в результате жизнедеятельности хлорофиллоносных растений, которые живут лишь в поверхностном слое воды (до 200 м). В глубинные части океанов кислород попадает в результате вертикальной циркуляции вод, которая может и не захватывать придонные области, последние в таком случае оказываются заражёнными сероводородом [10].

Давление, свет. Значения этих двух факторов непосредственно зависят от показателей глубины - увеличение гидростатического давления прямо пропорционально увеличению глубины, а степень освещённости обратно пропорциональна. Проникновение света в водную массу ограничивается поглощением и рассеянием световых лучей присутствующей в воде взвесью (органической и минеральной). Чем выше концентрация взвеси, тем меньше толщина освещаемого слоя. Свет необходим водным растениям для фотосинтеза, и поэто-

му распространение водных растений ограничено небольшими глубинами - максимум 180 м. Т. е. любая флора, найденная на месте обитания, является надёжным показателем малых глубин, в то время как фауна не имеет столь жёсткой зависимости от распространения световых волн [14].

Характеристика зон бассейнов. Экологические условия, определяющие расселение организмов, такие, как субстрат, гидродинамика, температурный режим и другие, значительно отличаются в разных зонах бассейнов.

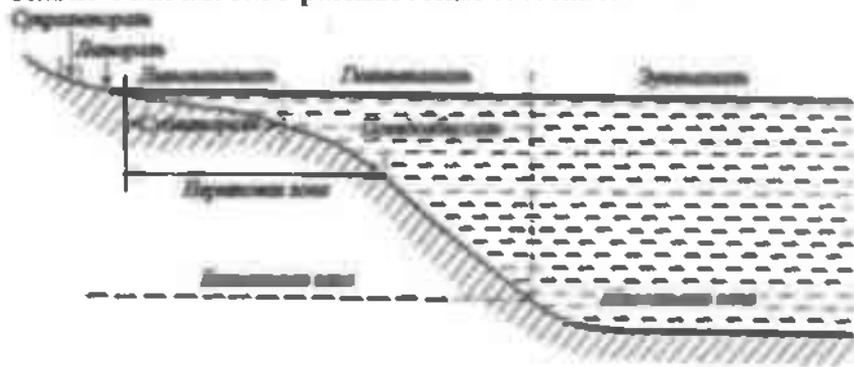


Рис. 1.3.2. Схема горизонтального и вертикального подразделения морских пространств

Морское дно (бенталь) подразделяется на ряд зон (рис. 1.3.2): 1) супралитораль – зона, расположенная выше уровня прилива, лишь периодически заливаемая в результате прилива; 2) литораль – зона, заливаемая во время прилива; 3) сублитораль – начинается от линии наибольшего отлива и заканчивается на глубине 90 м, включает зону широкого распространения донной флоры (фиталь) и разнообразного бентоса; 4) на глубине 90-200 м располагается псевдоабиссаль, для которой характерно развитие глинистых илов, с этой зоны начинается область гидродинамически спокойных вод; 5) батраль – зона материкового склона, протягивающаяся от глубины 200 м до ложа дна бассейна, которое про-

стирается на глубине несколько километров и характеризующаяся отсутствием донных растений; б) абиссаль - область океанического ложа (глубины 3000-7000 м), характеризующаяся накоплением органогенных илов, состоящих из скелетов планктонных организмов, глубоководной глины. Отличается бедностью видового и количественного составов донных организмов, примерно 3.5% от общего числа видов морской фауны.

Водные пространства бассейнов также делятся на зоны: 1) литопелагиаль располагается над сублиторальной зоной, характеризуется высокой концентрацией питательных веществ и неорганической взвеси, поступающей с суши и дна бассейнов, в результате вертикальных движений водных масс; 2) гемипелагиаль находится над псевдоабиссальной и батнальной зонами; 3) эупелагиаль - над абиссальной зоной, характеризуется низким содержанием питательных веществ и минеральной взвеси [10].

Основные факторы фоссилизации организмов. Далеко не все живущие или существовавшие ранее органические формы способны фоссилизироваться в осадках, остатки многих планктонных организмов растворяются в воде, так и не достигнув дна, на дне происходит ещё более интенсивный распад органических тканей в результате их растворения или поедания другими организмами.

Минеральные и органические частицы, осаждающиеся на дне водоёмов, меняют свои качественные характеристики после погребения их последующими осадками. Объясняется это тем, что органическое вещество, не успевшее минерализоваться до погребения, разлагаясь в толще осадка, создаёт условия, резко отличные от поверхностных. Процесс химического и физического преобразования осадка с момента его захоронения и до окончания литификации называется диагенезом. При диагенезе происходит дегидратация минералов, рекристаллизация, выщелачивание неустойчивых компонентов и цементирование осадка, являющееся результатом обра-

зования новых минералов. Диагенез протекает при обычных температурах и давлении. К процессу диагенеза относят кальцитизацию, доломитизацию, сидеритизацию и т. п. В последующем после завершения литификации уже сформировавшаяся порода продолжает претерпевать изменения под влиянием экзогенных факторов: происходит заполнение пустот осаждающимися химическими соединениями из инфильтрационных растворов, циркулирующих по проницаемым полосам в породе, растрескивание, вымывание органических и минеральных составляющих породы и т. п. [19].

Из изложенного следует, что комплекс органических остатков, обнаруженный в породе, не отражает первичный состав биоценоза. В результате диагенеза и последующее постседиментационное время первичный состав биоценоза меняется за счёт растворения органических остатков и разрушения части скелетных элементов.

Глава II. Палеонтология и литология карбонатных пород

Поскольку в реальном мире не существует органической жизни вне связи с окружающей «неживой» природой, то и свидетельства минувших геологических эпох – отложения осадочных пород необходимо рассматривать в комплексе с ископаемыми организмами, которые являются частью общего седиментационного процесса. Данная связь: осадок - ископаемый организм - даёт обоюдную информацию как об условиях формирования породы, так и об условиях жизни организма.

II.1. Понятия «фация» и «микрoфация»

Понятие «фация» – одно из основных в литологии, впервые было использовано Грессли (1838): «Я пришёл к заключению, что каждое отложение в пределах своего горизонтального распространения обнаруживает определённые вариации, эти вариации представляют постоянные особенности, как в своём петрографическом составе, так и в палеонтологических признаках комплекса ископаемых, причём их изменения подчинены особым и постоянным законам». Для этих изменений Грессли и предложил название «фация отложений». Фация - это закономерный комплекс литологических и палеонтологических особенностей осадка, характеризующих условия его отложения. Фации являются, таким образом, вещественным выражением условий формирования осадков [27].

Без фациального анализа невозможны литологические и стратиграфические исследования, учение о фациях является также учением об условиях седиментогенеза. С осадочными отложениями связано большое количество месторождений полезных ископаемых. Знание условий образования осадочных отложений – это знание условий образования месторождений. Палеонтолог также должен быть заинтересован в изу-

чении фаций: от характера осадка и условий его образования зависит распределение флоры и фауны, изучение фаций позволяет восстановить физико-географические условия прошлого, а эти условия служат главным фактором при распределении организмов и их сообществ.

Каждая фация может включать неисчислимое множество микрофаций. Одним из первых определение микрофации дал Флюгель [44]: «Микрофация – это общий для всех палеонтологический и седиментологический критерий, который может быть классифицирован в шлифах и полировках». Итак, микрофация – это комплекс фациальных особенностей породы, распознаваемых только под микроскопом [19]. Микрофация характеризует менее значительные седиментологические события, нежели фация, что позволяет получать более качественную и детальную информацию о геологических событиях седиментогенеза в том или ином участке бассейна. Микрофации являются составными частями, из которых складывается общая мозаика фаций.

II.2. Понятие «литобиомикрофация»

Микролитофация – микрофация, выделенная на основании литологических характеристик осадка, микробиофация – микрофация, выделенная на основании биологических (палеонтологических) компонентов осадка. Органическая и литологическая составляющие осадочной породы могут быть объединены под названием «литобиомикрофация». Литобиомикрофация – наименьшая по объему и площади целесообразно выделяемая часть седиментационного слоя или неслоистого карбонатного тела, которая отличается от окружающего пространства литологическими и палеонтологическими признаками. Литобиомикрофация должна включать в свое название оба признака; палеонтологический индикатор выбирается по преобладающим организмам или их ассоциациям.

Методика выделения и изучения литобиомикрофаций карбонатных пород позволяет определять происхождение первичной (сингенетичной) пористости и проницаемости. Образование межзерновых пустот и трещин в осадке, количество которых может достигать 50% [19], зависит, прежде всего, от условий седиментогенеза, состава и способа захоронения различных органических остатков, то есть определяется в первую очередь типом литобиомикрофации. Применение метода литобиомикрофаций позволяет устанавливать в однообразной толще карбонатных пород кратковременные, не датированные биостратиграфически перерывы и размывы, наличие которых существенным образом влияет на коллекторские свойства пород.

II.3. Карбонатные породы, их роль в седиментогенезе и прикладное значение

Карбонатные осадочные породы являются одним из наиболее распространённых типов осадочных отложений, 20-22% стратисферы сложено карбонатными породами [28]. Этот класс пород весьма разнообразен по вещественному составу, структуре и происхождению, вследствие чего в его пределах выделяется много типов и разновидностей. Минеральный состав данных пород представлен в основном карбонатными минералами, чаще всего кальцитом (известняки) и доломитом (доломиты) с изоморфными примесями других безводных карбонатов (рис. II.3.1). В подчинённом по своему количественному значению рассматриваемом классе пород присутствуют следующие разновидности: сидериты – их главными минеральными составляющими являются карбонаты железа, мергели – переходные между карбонатными и глинистыми породами, опоки – переходные между карбонатными и кремнистыми породами [28].

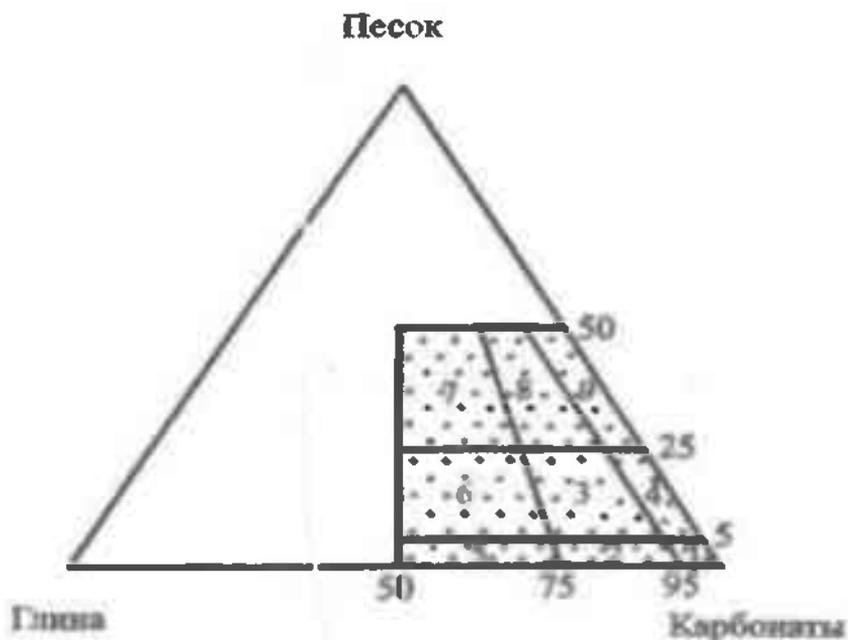


Рис. П.3.1. Классификация карбонатных осадочных пород (по И. Чермнышскому):

1 – известняк (доломит); 2 – мергелистый известняк (доломит); 3 – мергелисто-песчанистый известняк (доломит); 4 – слабopесчанистый известняк (доломит); 5 – мергель; 6 – слабopесчанистый мергель; 7 – песчанистый мергель; 8 – песчано-мергелистый известняк (доломит); 9 – сильнопесчанистый известняк (мергель)

Карбонатные породы благодаря своим литологическим особенностям и заключённым в них органическим остаткам служат надёжными индикаторами геологического возраста и физико-географических условий осадконакопления. В карбонатном осадке, в силу его мгновенной, в геологическом смысле, литификации, фиксируется почти вся информация о составе карбонатпродуцирующей части биоценоза. Карбонатные породы, в отличие от терригенных, сохраняют в себе практически все биологические признаки фаций (микрофаций), что и

позволяет ввести палеонтологические данные в число классификационных элементов микрофаций и расширить это понятие до уровня литобиомикрофаций [22].

Разностороннее исследование карбонатных пород имеет большое прикладное значение, так как с ними связан ряд важных в промышленном отношении полезных ископаемых — нефть, газ, бокситы, фосфориты, марганцевые руды, пресные воды и т. д.

III.4. Обзор существующих классификаций карбонатных пород

В настоящее время отсутствует общепринятая классификация карбонатных пород, которая могла бы обеспечивать полное извлечение информации о структуре частиц, размере обломочного материала, его соотношении с цементирующей массой, типе цемента. Сведения о перечисленных компонентах осадка позволяют воссоздавать условия седиментогенеза, такие, как: гидродинамика, глубина образования, источник сноса и т. п. Дополнительным, а часто и основным источником информации о перечисленных условиях являются fossilized организмы, поэтому системы классификаций карбонатных пород должны особое внимание уделять составу органических остатков породы. Вторичные изменения карбонатных пород также должны учитываться классификацией, так как являются отражением постседиментационных процессов.

Существует несколько классификаций карбонатных пород, основанных на различных подходах к изучению карбонатных осадков. Различия в системах классификаций обусловлены расхождением во взглядах авторов на интерпретацию размеров, генезиса и сортировку частиц, слагающих породу [21]. Карбонатные породы могут быть разделены соответственно: а) химическому и морфологическому составам;

б) структурным особенностям (матрикс и/или цемент, частицы);

в) специальным физическим параметрам, в том числе пористости, проницаемости.

Первоначально классификации карбонатных пород были нацелены на выявление цементируемой составляющей без учёта цементирующего материала, что ограничивало объём извлекаемой информации. Классификации карбонатных пород осуществлялись по минеральному составу, структуре, текстуре и генетическому принципу. В дальнейшем стали появляться классификации, основанные на двух или трёх принципах (структурно-генетические, структурно-текстурные и т. п.), что позволило расширить их разрешающие возможности.

Терминология названий осадочных пород, используемая в классификациях, запутана и неоднозначна. В разных классификациях одну и ту же породу нередко называют разными терминами, или, наоборот, различные породы обозначаются одинаково [41]. Авторы часто берут за основу своих классификаций и номенклатуры различные признаки породы: химический или минеральный состав, структурные особенности, генетические показатели и т. п., в результате чего возникают схемы, основанные на учёте разных признаков. Почти все карбонатные породы произошли в результате деятельности животных или растительных организмов, но эта генетически важная составляющая осадка в существующих классификациях нередко подавлена, сведена к роли механической примеси. Классификации карбонатных пород, как правило, копируют таковые терригенных, что значительно снижает уникальные возможности карбонатных осадков для восстановления условий среды осадконакопления. Такое положение вещей свидетельствует о том, что в этой области ещё много противоречивых спорных моментов и нерешённых вопросов.

В отечественной литературе первая попытка разделения карбонатных пород принадлежит В. Ильину [13], который установил два основных типа известняков по их микроскопи-

ческому строению: 1) органогенные; 2) кристаллически-зернистые. В Западной Европе одной из первых была классификация Гиршвальда (1912). Эта классификация основывалась на структурных, текстурных и, отчасти, генетических признаках.

В среде геологов нашей страны наиболее популярными являются классификации карбонатных пород, предложенные Л.В. Пустоваловым [26], М.С. Швецовым [38], И.В. Хворовой [34] и Г.И. Теодоровичем [33].

Пустовалов Л.В. [26] подразделяет карбонатные породы на две основные группы:

кальцитолиты (осадочные породы, состоящие главным образом из карбоната кальция);

доломитолиты (осадочные породы, состоящие в основном из доломита).

По структурным и отчасти текстурным особенностям Л.В. Пустовалов различает следующие типы кальцитолитов: 1) кристаллические известняки; 2) оолитовые известняки; 3) сферолитовые; 4) обломочные (кластические) известняки; 5) органогенные известняки: в зависимости от состава органической части, различаются кальцитолиты с зоогеновой и фитогеновой структурами и шламмовые известняки, состоящие из остроугольных или окатанных обломков раковин.

Швецовым М.С. было разработано несколько классификаций карбонатных пород, две из которых являлись структурными (1934, 1948), а последняя – структурно-генетической [39]. Мы рассмотрим классификационную схему [39], как наиболее полную. В ее основу положен генетический принцип с учётом морфологических особенностей карбонатных пород. М.С. Швецов подразделяет все известняки на две основные генетические группы:

I. Известняки, сохранившие первоначальный состав, позволяющий разделить их на первичные генетические типы:

в основной части явно органогенные, состоящие из скелетных частей организмов;

в основной части явно первично химические.

II. Известняки – продукты значительного изменения первичного материала известкового происхождения. Эти известняки образовались после переработки первичного материала организмами или механическими и химическими факторами. Среди них автор классификации выделяет два типа:

известняки сильно изменённые, но сохранившие следы первоначального состава и строения (продукты механической переработки, продукты переработки животными – копролиты, продукты химического замещения – кальцитизации);

известняки, происхождение которых уже не поддаётся точному выяснению, т. е. криптогенные.

Классификации Хворовой И.В. являлись генетическими [34, 35], они основывались на выделении различных типов карбонатных пород в зависимости от происхождения карбонатного материала. Мы рассмотрим последнюю из них (рис. II.4.1).

По генезису карбонатные породы И.В. Хворова делит на следующие группы: органогенные, обломочные, хемогенные и криптогенные, в зависимости от того, каково происхождение главной части карбонатного материала.

В группе органогенных карбонатных пород выделяются подгруппы: органогенно-обломочные, биоморфно-детритовые и биоморфные.

Среди органогенно-обломочных известняков различаются: 1) породы, состоящие из окатанного раковинного детрита; 2) породы из неокатанного детрита.

В каждом из упомянутых типов можно выделять ряд разновидностей, отличающихся составом и размером раковинного материала. Порода может именоваться полидетритовой, если она состоит в примерно равных соотношениях из обломков раковин разных групп организмов; или если в составе породы преобладают обломки раковин какой-либо одной группы организмов, то порода получает соответствующее

название (криноидно-полидетритовая, брахиоподово-полидетритовая и т. п.).

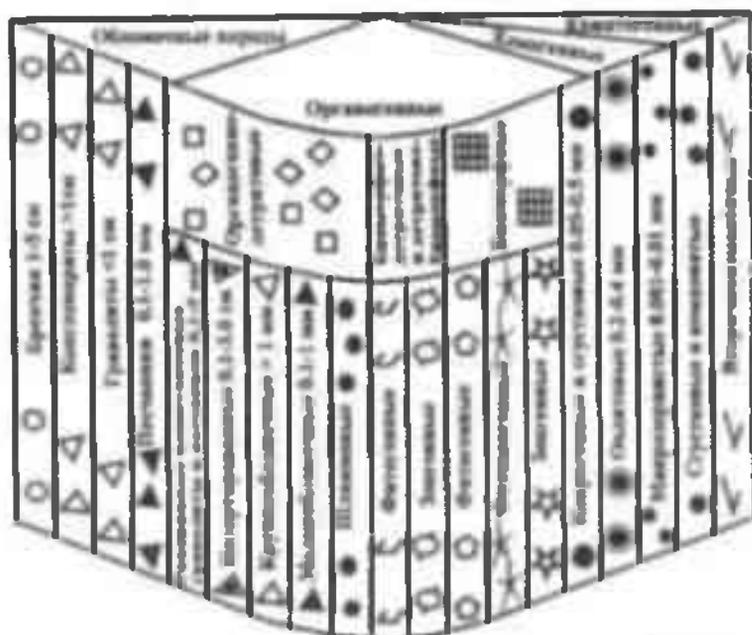


Рис. П.4.1. Классификация карбонатных пород, по И.В. Хворовой (1953-1958)

К биоморфным известнякам относят породы, состоящие из целых скелетов организмов.

Детрито-биоморфные известняки состоят из смеси целых скелетов организмов и их обломков, причём первые составляют более 50% всех органогенных фрагментов. В зависимости от систематического состава палеонтологических остатков различают известняки фораминиферовые, пелциподово-гастроподовые, водорослевые и др.

Кроме известняков явно органогенного происхождения широко распространены известняки, основной составляющей которых являются сгустки пелитоморфного кальцита. Хворова относит их к разряду криптогенных пород.

К хемогенным породам относятся оолитовые и микрозернистые породы. Эти породы возникли в результате выпадения из морской воды карбонатного осадка.

Классификация И.В. Хворовой является примером комплексного подхода к изучению карбонатных пород. Она опирается как на структурные, так и генетические признаки, вследствие чего легко устанавливается исходный материал породы и, частично, условия седиментогенеза. Классификация И.В. Хворовой выгодно отличается от классификаций других отечественных авторов применением единого подхода для систематики известняков и доломитов, тогда как другие авторы для известняков и доломитов используют различные схемы.

Теодоровичем Г.И. [30-33] предложено несколько классификаций карбонатных пород. Мы остановимся на характеристике последней модификации [33]. Главными критериями, по которым происходит разделение карбонатных пород в классификации Г.И. Теодоровича, является структура основной массы породы, то есть цементируемого материала, или цемента. В классификации выделены типы с содержанием цементирующего материала более 50%, от 10 до 40-50% и менее 10%, а также группа структурно-неоднородных известняков (узорчатые, пятнистые и т. д.).

Известняки подразделяются на две основные группы:

I. Преобладает цементируемый материал.

II. Преобладает основная минеральная масса.

Известняки, сложенные, главным образом, цементируемым материалом, подразделяются на три основные структурно-генетические подгруппы: явно органогенные, хемогенные (оолитовые и сферолитовые) и биохемогенные (копролитовые, комковатые), явно обломочные.

Все перечисленные классификации карбонатных пород имеют ряд особенностей, которые затрудняют их использование для целей микропалеонтологии и литологии: некорректное использование зарубежных слов (термин "шламовые по-

роды": слово "илам" (от немецкого schlamm) означает ил, грязь, в то время как в классификации Пустовалова этот термин применяется к органическим частицам любой размерности); разделение органогенных известняков на известняки с зооеновой и фитоеновой структурами - большая часть известняков сложена остатками как растительного, так и животного происхождения; некоторые термины не отвечают смысловому значению, которое вкладывает в него автор ("цельнораковинные" известняки: существует множество организмов, форма скелета которых не позволяет думать о наличии какой-либо раковины вообще (иглокожие, гидроидные, губки и т. д.)). Большинство отечественных классификаций отличается очень детальное, сложное строение, и поэтому они трудно применимы на практике. Общим недостатком отечественной терминологии является отсутствие в названиях пород типа цемента.

За рубежом большое распространение получили классификации, позволяющие судить о гидродинамике среды осадконакопления (энергетическая концепция). Так, классификация Р. Фолка [45, 46] предназначена для выявления ряда структурных типов пород, отражающих физическую энергию обстановки осадконакопления. Классификация известняков, по Р. Фолку (1959), базируется на относительных пропорциях трех составляющих: 1) аллохемы; 2) микрокристаллический ил; 3) спаритовый кальцитовый цемент.

Аллохемические составляющие включают весь материал, формирующийся химическим или биохимическим осаждением в пределах бассейна седиментации и по большей части подвергшейся некоторой транспортировке. Р. Фолк считает аллохемы идентичными песчинкам в песчаниках или галькам в конгломератах.

Микрокристаллический ил представлен частицами глинистой размерности 0.001-0.004 мм, что означает отсутствие сильных течений.

Спаритовый кальцит заполняет поровое пространство в породах, где вымыт микрокристаллический ил. Он отличается от микрокристаллического кальцита ясностью и грубой размерностью кристаллов (размер кристаллов кальцита более 0.01 мм). Р. Фолк считает, что относительные пропорции микрокристаллического ила и спаритового кальцитового цемента – важная особенность пород, так как она показывает степень сортировки материала или энергетику среды.

Карбонатные породы Р. Фолк делит на четыре группы:

I. Кластогенные породы – группа пород, аллохемы которых представлены интракластами. Термин “интракласты” подразумевает обычно зерна, обломки слабо консолидированного карбонатного осадка, который был смыт из соседних частей морского дна и переложен.

II. Аллохемические породы, аллохемы которых могут быть представлены оолитами, органическими остатками или пеллетами.

III. Ортохимические породы состоят полностью из микрокристаллического ила, возможно с присутствием небольшого количества аллохемов (до 10%). Данные породы указывают на условия вод со спокойным гидродинамическим режимом и накапливаются либо в защищённых мелководных участках, либо в спокойной глубоководной среде.

IV. Биолитит – порода, сложенная органическими структурами, растущими на месте и формирующими связанные, сопротивляющиеся волновому воздействию массы.

Р. Фолк в своей классификации полностью отождествляет известняки с терригенными породами, что является несколько упрощённым подходом к выделению типов известняков.

Классификация, предложенная Р. Данхэмом (1962) основана на структурных и генетических признаках карбонатных пород (рис. II.4.2). Эта система является одной из лучших классификаций западной геологии и широко применяется иностранными коллегами.

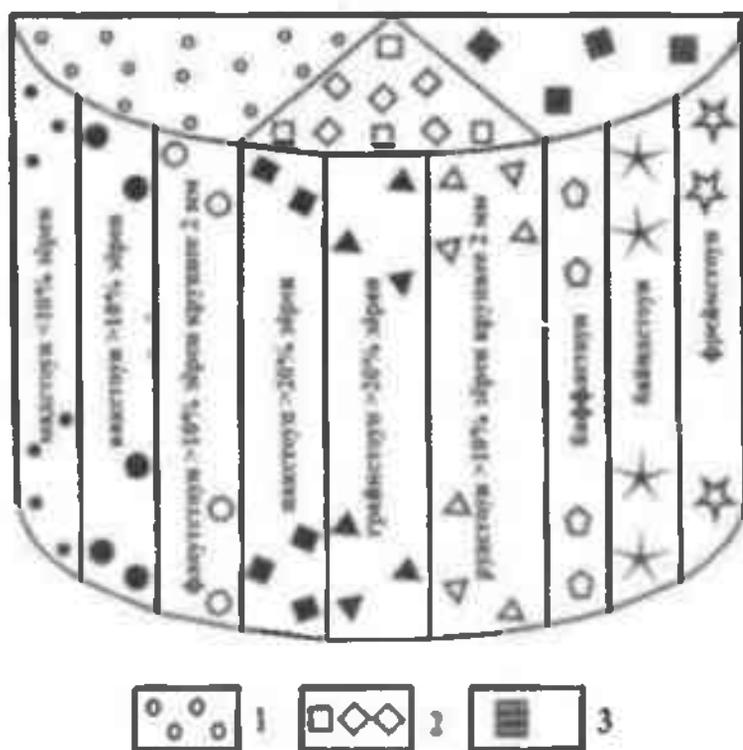


Рис. П.4.2. Классификация карбонатных пород по Данхэму, Эмбри и Клован (R. Danzha, 1962; Embry and Klovan, 1971):

1 – зёрна «плавают» в матриксе; 2 – зёрна опираются друг на друга; 3 – баундстоун

Разделение карбонатных пород в классификации Р. Данхэма производится в зависимости от структуры частиц и видов связи между ними в течение седиментации [42]. Основным признаком, по которому происходит разделение карбонатных пород, является присутствие или отсутствие илистой массы в породе. Это позволяет дифференцировать по условиям образования карбонатные породы, которые по первичной характеристике представляются однообразными. Единый подход к карбонатным породам делает классификацию Р.

Данхэма универсальной. Вне зависимости от типа карбонатной породы, с использованием классификации Р. Данхэма достоверно устанавливаются такие важные характеристики седиментологической среды древних бассейнов, как: гидродинамический режим, зональное распределение осадков, глубина, источники сноса, температурный, солевой и кислородный режим, устойчивость палеотечений.

Р. Данхэм использовал термины, сочетающие названия структурных типов с названиями типов зёрен (остракодовый мадстоун, криноидный пакстоун). Многие известняки могут быть описаны более точно с использованием комбинаций двух названий типов, например, биокластический грейн/пакстоун, то есть это известняк с преобладающей структурой пакстоуна, но с плотной упаковкой зёрен.

Таким образом, Р. Данхэмом выделены:

I. Класс пород, в которых основу составляет известковый или доломитовый ил, а частицы крупнее 0.02 мм в нём рассеяны (*mud-supported class*).

II. Класс пород, в котором частицы многочисленны и при отложении находились в контакте и поддерживали друг друга (*grain-supported class*).

Первый класс подразделяется на две группы:

мадстоун - порода с содержанием менее 10% зёрен;

вакстоун, порода, которая содержит более 10% зёрен, но они не столь обильны, чтобы поддерживать друг друга.

Во втором классе выделяются группы:

пакстоун - породы, относящиеся к этой группе, содержат более 20% зёрен и некоторое количество ила;

грейнстоун, количество зёрен в пределах этой группы пород такое же, как и в предыдущей, отличие состоит в том, что известняки этой группы не содержат ила (рис. II.4.3).

В связи с исследованием рифовых известняков Эмбри и Кловеном [43] были введены термины флоутстоун и рудстоун.

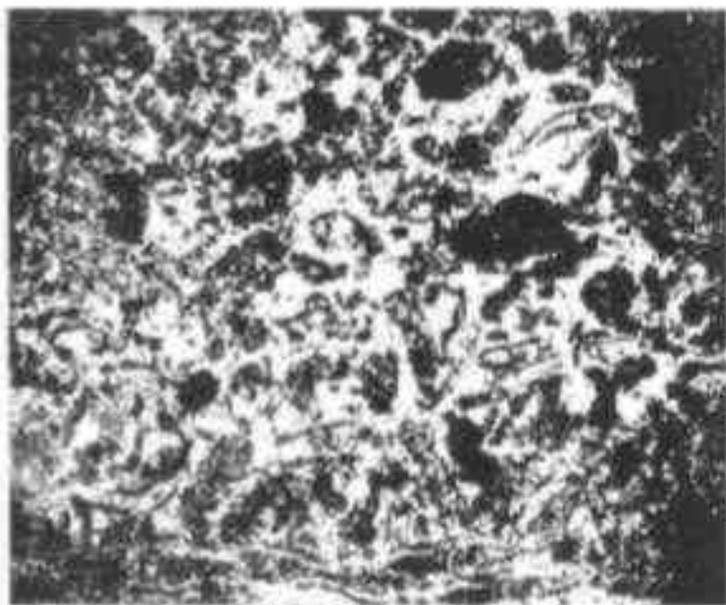


Рис. II.4.3. Грейнстоун бнокластово-нитракластический; $\times 28$

рудстоун – грубообломочная порода, содержащая более 10% зёрен крупнее 2 мм. Частицы рудстоуна соприкасаются друг с другом (рис. II.4.4.);

флоутстоун – грубообломочная порода, содержащая более 10% зёрен крупнее 2 мм. Частицы флоутстоуна "плавают" в микрите, не соприкасаясь друг с другом (рис. II.4.5).

Рифовые породы, образовавшиеся *in situ*, то есть карбонатные породы первичного биогенного происхождения, Р. Данхэм поместил в отдельный класс:

III. Баундстоуны. Признаки, по которым Р. Данхэм относит породы к баундстоунам, следующие: ясная органогенная конструкция скелета породы, остатки организмов находятся в положении роста.



Рис. П.4.4. Рудстоун биокластово-нитракластический; x28

Данный тип известняков был разделён Эмбри и Кловеном (1971) на три группы, в зависимости от морфологии организмов и их твёрдых скелетов, а также механизма связывания осадка: баффлстоун, байндстоун и фреймстоун [43]. Дифференциация автохтонных карбонатных отложений (баундстоунов) основывается на различных взаимоотношениях между прикрепленными организмами и осадком, эти взаимоотношения характеризуются процессами ловли, связывания и



Рис. II.4.5. Флоутстоун интракластический; x28

байндстоун – порода, состоящая из пластинчатых или таблитчатых органических остатков, которые скрепляют и покрывают первичные компоненты осадка. К таким организмам относятся водоросли (рис. II.4.6), прикрепленные фораминиферы и пластинчатые строматопороидеи;

фреймстоун – порода, в которой массивные формы окаменелостей образуют *in situ* жесткую трехмерную по-

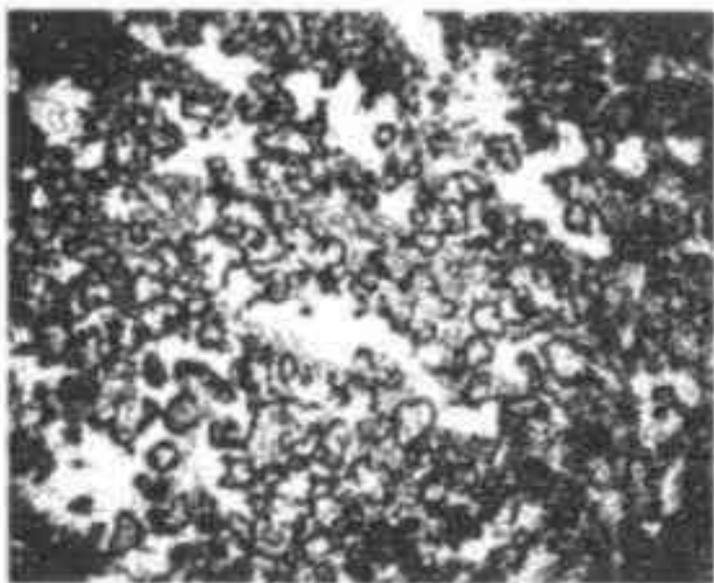


Рис. II.4.6. Байндстоун водорослевый; $\times 28$

Практика показала, что классификация Р. Данхэма является легко запоминающейся, чему способствует простота и выдержанность её строения. Термины, используемые в классификации Р. Данхэма, имеют интернациональное значение, так как понятны иностранным коллегам и легко доступны для понимания российских исследователей. Хотя чаще всего геологи из разных стран с трудом понимают друг друга, так как пользуются различной терминологией. Все выше перечисленные причины являются предпосылками для обозначения классификации карбонатных пород Р. Данхэма (с дополнениями Эмбри и Кловена) как приоритетной для лабораторных и полевых исследований.

К недостаткам классификации Р. Данхэма можно отнести отсутствие в её номенклатуре термина для определения “ракушечников”. Эти породы нельзя отнести ни к одной из групп пород, выделяемых Данхэмом. Мы предлагаем использовать термин “когенит” в дополнение к остальным наимено-

ваниям, предложенным Р. Данхэмом. Данным термином обозначаются автохтонные породы, образованные целыми раковинами таких организмов, как брахиоподы, остракоды и т. п. (рис. П.4.7). Аллохтонные ракушечники называются аллохтонным когенитом.



Рис. П.4.7. Когенит; х30

Таким образом, карбонатные породы мы предлагаем классифицировать по системе Р. Данхэма (1962) с дополнениями Эмбри и Кловена (1971). В основу классификации положен литолого-морфологический принцип:

производится сортировка по количеству зёрен в породе (< 10%, > 10%, > 20-30%);

сортировка по размерам зёрен (более или менее 2 мм);

сортировка по типу и объёму цемента и по соотношению в породе между различными типами цемента (спарит, микрит);

отбор по органическим остаткам в зависимости от морфологии организмов и их твёрдых скелетов, а также механизма связывания осадка.

Выделение литобиомикрофаций основывается на подсчете количественного соотношения различных органических остатков в шлифе. В результате определяются доминирующие группы организмов (одна или две), по которым и даётся определение породы, например: криноидный грейнстоун, фораминиферо-водорослевый пакстоун и т. п. Полученные данные наносятся затем на колонку, что позволяет выявлять общую динамику седиментогенеза и вариации в распределении типов карбонатных пород.

Глава III. Организмы, имеющие существенную геологическую значимость и широкое распространение в шлифах

III.1. Водоросли

Группа низших растений, содержащих в своих клетках хлорофилл и способных к фотосинтезу. Одноклеточные или многоклеточные растения. Размножаются спорами и половым путём. От других водных растений отличаются отсутствием деления на корень, стебель и листья. Ведут преимущественно водный образ жизни, но есть наземные и эпифитные (селящиеся на других растениях). Большинство водорослей интенсивно окрашены пигментами, которые поглощают солнечную энергию для синтеза органических веществ. Тип пигмента придаёт водорослям определённый цвет, который послужил для деления водорослей на синезелёные, золотистые, зелёные, багряные, харовые, бурые.

Наземные водоросли делятся на две категории: 1) эндолиты, или сверлящие водоросли, живущие внутри известковых скал, камней, раковин и т. п. Растворяя известь субстрата, они внедряются под поверхность камня; 2) водоросли почв и поверхностей предметов на суше (стен, стволов деревьев и т. п.) [17].

Водоросли нуждаются в свете для фотосинтеза. За редкими исключениями (водоросли пещер), они живут в хорошо освещённых мелких водоёмах, и лишь некоторые группы опускаются до глубины 100-180 м. Таким образом, для геолога остатки водорослей являются чётким показателем мелководных фаций. Наибольшее систематическое разнообразие и высокое содержание микрофитопланктона приурочено к трансгрессивным стадиям развития бассейна.

Микрофитопланктон является значительным элементом палинокомплексов для восстановления обстановок осадконакопления, для реконструкции направления морских тече-

ний, выявления древних береговых линий и оконтуривания рифовых тел [20].

Тип Cyanophyta. Синезелёные водоросли

Анатомия и морфология. Синезелёные водоросли бывают одноклеточными или многоклеточными: колониальными и нитчатыми. Помимо хлорофилла – зелёного пигмента содержат синий пигмент – фикоцианин [29]. Клетки окружены несколькими оболочками, которые выполняют защитную функцию и состоят из хитина. Часто синезелёные водоросли выделяют слизь, которая, как чехлом, покрывает водоросль. Размножение происходит путём деления клетки или спорами. Синезелёные водоросли обитают и в пресных водоёмах, и в морях.

В ископаемом состоянии чаще встречаются остатки от нитевидных многоклеточных синезелёных водорослей. Они бывают в виде изолированных нитей либо объединённых в шаровидные колонии, маты и т. п. Нить состоит из ряда клеток разной формы (шаровидных, эллипсоидных, бочковидных, цилиндрических и т. п.).

Наиболее распространённая ископаемая водоросль *Girvanella* известна от нижнего кембрия до мела. Она широко распространена и встречается вместе с морской фауной. Строение: известковые трубки с одинаковым внутренним диаметром переплетаются друг с другом. Иногда гирванеллы образуют желваки, нависаясь вокруг обломка.

Другой распространённый палеозойский род *Coactilum* (рис. III.1.1.) отличается от предыдущей водоросли, наличием перегородок и клетками в виде переплетающихся цепочек. Встречается от ордовика до карбона.

Экология. Представители синезелёных водорослей, за редкими исключениями, нуждаются в солнечном свете, поэтому они произрастают в пресных водоёмах, а в морях – в области литорали и сублиторали (до глубины 60 м). Они при-

способливаются жить в воде различной солёности и различной температуры - от - 1.8 до +80⁰ и более градусов.

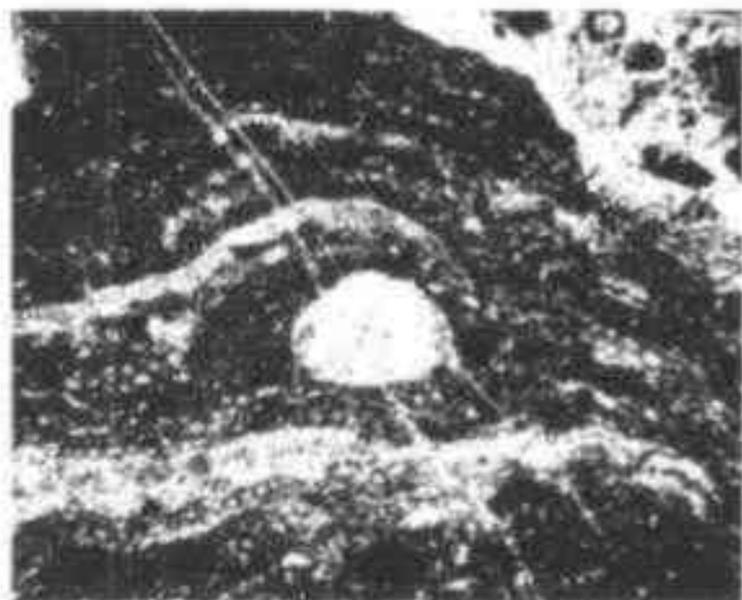


Рис. III.1.1. Синезелёные водоросли Coactillum; x30

Многие синезелёные водоросли приспособляются также к смене солёных и пресных вод, которую другие организмы вынести не могут [17]. Эти водоросли устойчивы при высыхании водоёмов и могут переживать засушливые сезоны, они также могут жить на поверхности суши в условиях периодического увлажнения. Среди них выделяются формы, живущие на поверхности земли, внутри почвы, на поверхности горных пород, в трещинах, внутри горной породы между зёрнами песчаника, в известняках [20].

Геологическое значение. Синезелёные водоросли имеют большое значение как породообразователи в докембрии и нижнем палеозое. Некоторые синезелёные водоросли являются «сверлильщиками», другие формы являются «каль-

цитофикаторами», т. е. способствуют отложению известковых туфов, третьи участвуют в отложении кремниевых туфов и являются одним из продуцентов строматолитов. Докембрий – ныне.

Органические спорные образования, условно отнесённые к жизнедеятельности синезелёных водорослей. Многие из этих образований играют важную породообразующую роль, а большинство связано с мелководными бассейнами и поэтому является показателем условий осадкообразования. Это такие образования, как *Eriphyton*, *Tubiphytes*, они жили в морских, иногда слабо опреснённых бассейнах.

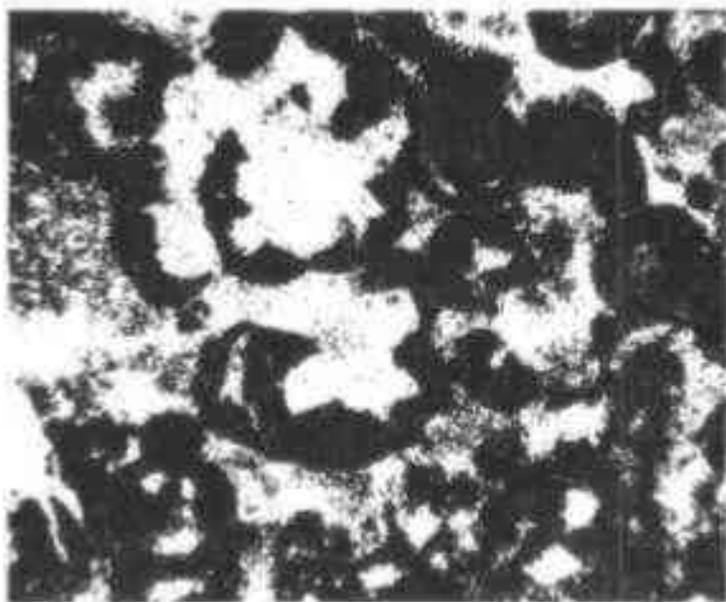


Рис. III.1.2. Спорные образования *Revalcis*; $\times 45$

Важным породообразователем в кембрийских отложениях является *Eriphyton*, помимо кембрийских отложений *Eriphyton* был найден в девоне Урала и Поволжья [17]. Он представляет собой кустики, состоящие из тонких известко-

вых «нитей», разветвляющихся вверх и сложенных пелитоморфным карбонатом.

Группа карбонатных сгустковидных образований, описанная под разными названиями: *Renalcis*, *Chabacovia*, *Izhella*, *Shuguria* и др. - имеет один и тот же принцип строения: нити синезелёных водорослей, разрастаясь, окружались пелитоморфным карбонатом (рис. III.1.2). При фоссилизации нити сгнивали, а их полости заполнялись пелитоморфным карбонатом. Данные остатки от обызвествлённых колоний описывались под разными названиями, в зависимости от морфологии: *Renalcis* (кембрий-девон) - пузырьвидные пустотелые образования; *Chabacovia* (кембрий-девон) - пузырьвидные пустотелые образования, разрастающиеся кустистыми нитями; *Izhella* (девон) - пузырьвидные образования с острыми окончаниями оболочки во внутренней полости.

Тип Chrysophyta. Золотистые водоросли. Группа водорослей, главным образом одноклеточных, редко встречаемая в ископаемом состоянии. Известное в ископаемом состоянии семейство из этой группы - кокколитофориды.

Класс Chrysomonadineae. Хризомонады

Семейство Coccolithophoridae. Кокколитофориды

Анатомия и морфология. Одноклеточные микроскопические планктонные водоросли, в диаметре обычно менее 0.01 мм. Протоплазма кокколитофорид с поверхности покрыта защитным панцирем, состоящим из щитков - кокколитов (известковых, кальцитовых, арагонитовых, кремнёвых). В ископаемом состоянии в основном сохраняются отдельные разрозненные фрагменты панциря, размер которых колеблется от 1 до 30 мк [17]. Морфология кокколитов и их очертания разнообразны, причём панцирь может состоять из кокколитов различной морфологии (рис. III.1.3).

Экология В основном морские организмы, и лишь два вида, живущие в настоящее время, обитают в пресных водоёмах [24]. Ископаемые кокколитофориды являются планкто-

ном экваториальных и тёплых морей, а также морей умеренного пояса.



Рис. III.1.3. Палеогеновые кокколитофориды (по Е.И. Горгулевской [7])

Геологическое значение. Кокколитофориды используют для палеоэкологических реконструкций континентальных бассейнов. Количество их фрагментов в 1 мм^3 достигает нескольких миллионов. Кокколитофориды можно наблюдать

Тип Chlorophyta. Зелёные водоросли. Одноклеточные и многоклеточные водоросли. Клеточная протоплазма содержит зелёный пигмент – хлорофилл. Размножаются бесполом и половым путём. Распространены в морских и пресноводных бассейнах, являются рифообразующими организмами. По числу видов зелёные водоросли занимают ведущее место. Их размеры варьируют от микроскопических до 1 м [29]. Кембрий – ныне.

В ископаемом состоянии чаще всего встречаются обызвестляющиеся донные прикреплённые водоросли или сифоновые (рис. III.1.4). Тело этих водорослей при значительных размерах и сложном внешнем строении не разделено на отдельные клетки; если же клетки существуют, то они очень крупные и обладают многими ядрами. Все ископаемые сифоновые относят к одному порядку Siphonales.



ния к периферии – семейство Dasycladaceae, или мутовчатые сифонен [17].

Семейство Codiaceae. Кодиевые сифонен

Анатомия и морфология. Эта группа водорослей характеризуется слоевищем в виде крупной разветвлённой клетки и разнообразной внешней формой: в виде тонковетвистых кустиков, членистых кустиков, листовидных пластин и т. п., из современных представителей известковых кодиевых широко известен род членистых кодиевых *Halimeda*. Современные кодиевые прикрепляются к субстрату небольшой частью своего слоевища и возвышаются над дном, колеблемые движением воды. Многочисленные ветвления гигантской клетки создают перепутанную сеть ветвящихся сифонов (разную у разных родов): обычно имеется система более крупных центральных сифонов, от которых отходят мелкие ответвления.

Ископаемые роды *Calcifolium*, *Ivanovia*, *Anchicodium*, *Eugonophyllum* имеют слоевища в виде известковых пластин. По краю этих пластин у *Ivanovia*, *Anchicodium*, *Eugonophyllum* расположен ряд затемнений и каналов, середина пластин перекристаллизована.

Экология. Кодиевые являются теплолюбивыми растениями и обитают в тропической и субтропической зонах. Глубины, на которых произрастают кодиевые, обычно не превышают 50 м [17]. Ныне живущие кодиевые, обладая кустистым или листовидным слоевищем, чувствительны к сильному движению воды. Особенно богаты этими водорослями лагуны атоллов, защищённые от волн.

Геологическое значение. Кодиевые известны с ордовика, когда появляются *Dimorphosiphon* и *Palaeoporella*. В девоне известны *Lancicula*, *Abacella*, *Litanaia*, *Uva*. В карбоне распространены *Calcifolium* и *Ivanovia*. Со среднего карбона до перми распространены *Eugonophyllum* и *Anchicodium*. В перми известны роды *Cymnocodium* и *Penicilloides*. В триасе, юре и мелу известен род, *Boueina* близкий к третичному и со-

временному *Halimeda*. В третичных осадках, кроме последнего рода, встречаются *Ovulites* и *Penicillus*. Ордовик – ныне.

Семейство *Dasycladaceae*. Мутовчатые сифоней

Анатомия и морфология. Эти водоросли имеют сложноразветвлённую систему «сифонов» одной гигантской клетки. Отложение извести происходит на поверхности этой клетки в виде известковой корки или чехла определённой для данного вида толщины. Чехлы бывают с неразветвлённой и разветвлённой осевой частью: палочковидные, грушевидные, шаровидные, «зонтиковидные и т. п. [17]. Ответвления от центральной полости образуют сквозные поры или замкнуты внутри стенки известкового чехла.

Экология. Донные водоросли. Современные представители мутовчатых сифоней встречаются в морях океанической солёности в субтропической и тропической зонах с температурой воды не менее +20 °С. Глубина обитания мутовчатых сифоней не превышает 60 м.

Геологическое значение. Разнообразная структура известкового чехла, быстрое вымирание одних и появление других форм, значительная роль в пороодообразовании известняков делают мутовчатых сифоней важными стратиграфическими реперами. Встречаются они в ископаемом состоянии чаще в виде детрита, особенно богаты ими мелководные фацции.

Это семейство обладает большим количеством ископаемых представителей, начиная с кембрия по настоящее время.

Тип *Rhodophyta*. Багряные водоросли

Морфология и анатомия. Представители этого типа обитают в водной среде, обладают усложнёнными органами размножения, многоклеточным строением и красным цветом. В ископаемом состоянии сохранились представители лишь некоторых семейств.

Багряные водоросли образуют бугры, корки или желваки различной величины, а также ветвящиеся, бугристые наросты на донных предметах и гибкие кустики. Размеры их слоевищ колеблются от микроскопических до 20 см.

Анатомические различия между родами семейства *Ceramiales* заключаются в различии органов размножения, структуры и взаимного расположения клеточных нитей [17]. Два главных и наиболее распространённых рода *Solenopora* и *Parachaetetes* отличаются тем, что их клетки значительно крупнее, и тем, что у *Solenopora* поперечные перегородки расположены беспорядочно, а у *Parachaetetes* они слиты вместе, и клетки находятся в горизонтальных сериях (рис. III.1.5).

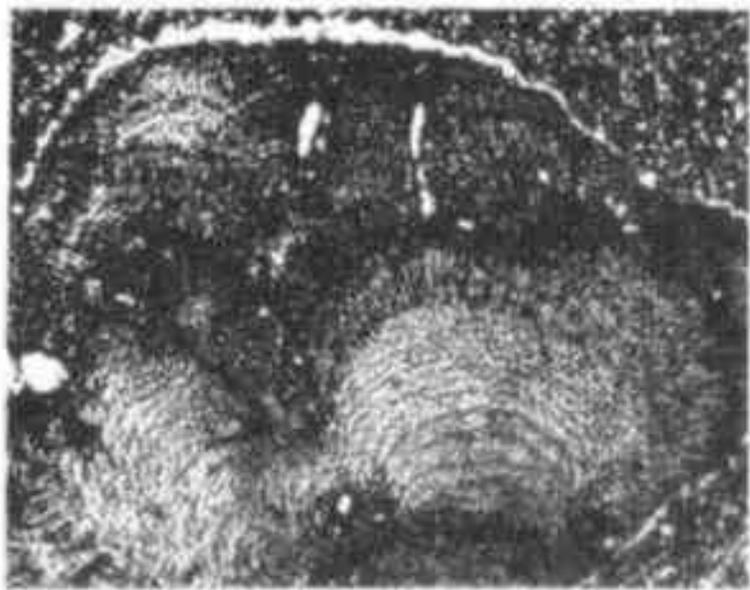


Рис. III.1.5. Сечение через желвачок *Parachaetetes johnsoni* Masl.; $\times 15$. Нижний карбон (по В.П. Маслову)

Экология. Багрянки – морские растения, обитающие на глубинах 0-150 м. Отдельные виды, особенно корковые

формы, приспосабливаются к жизни в литоральной зоне, в лужах и гротах, смачиваемых прибоем. Некоторые кустистые формы нечленистых багрянок (*Solenopora*) не прикрепляются к субстрату, образуя желвачки, перекатывающиеся по дну. Глубина образования водорослевых желваков 0-10 м, кустистые прикрепленные красные водоросли живут на глубинах 0-50 м [16]. Другие багрянки приспосабливаются к небольшому опреснению, это представители родов *Melobesia* (третичный-ныне), корковые *Lithothamnium* (мел-ныне).

Багряные водоросли по отношению к освещенности ведут себя различно: одни являются светолюбивыми, другие – тенелюбивыми и третьи – индифферентны к освещенности. Также различно отношение представителей различных видов и к температуре.

Геологическое значение. Многие формы багряных водорослей являются руководящими для систем, отделов, ярусов. Широко распространены два рода *Solenopora* (девон) и *Parachaetetes* (ордовик-девон). Как интенсивные породообразователи багряные водоросли приобрели значение в третичное время, слагая рифогенные массивы и биостромы. Слоевища этих растений образуют инкрустационные корки на мелководье и являются основным цементирующим материалом для рифовых построек [16]. Кембрий – ныне.

Тип Charophyta. Харовые водоросли

Анатомия и морфология. Это группа высокоорганизованных водных водорослей. Они имеют кустистое слоевище и по внешнему облику напоминают хвощи. Многие из представителей харовых обывествляют вегетативные части и органы размножения (ооспорангии) и поэтому сохраняются в ископаемом состоянии (рис. III.1.6). Харофиты пигментированы зеленым цветом. Для них характерно мутовчатое ветвление слоевищ, нижняя часть слоевища прикреплена к субстрату ризоидами. Размножение вегетативное и половое.

В девоне обитали следующие рода харофитов: сицидии *Sycidium*, хованеллы *Chovanella*, в девоне и нижнем карбоне - умбеллы *Umbella*, квазиумбеллы *Quasiumbella* и трохилиски *Trochiliscus*. Обычно ископаемые харофиты представлены остатками ооспорангиев (органов плодоношения) и вегетативными частями растений [17].

Экология. Современные харофиты живут на малой глубине в пресных водоёмах, однако есть виды, приспособившиеся жить в солонатоводных и морских водоёмах.



Рис. III.1.6. Харовые водоросли из верхнеюрских отложений (по И.М. Шайкину [37])

Геологическое значение. Породы, образованные харофитами, называются харацитами. Девонские харофиты - хорошие показатели возраста вмещающих пород и индикаторы определённых фаций [17]. Они принадлежат к двум большим группам: первая включает представителей родов *Umbella*, *Quasiumbella*, которые встречаются только в мор-

ских (чаще прибрежных) отложениях; вторая объединяет трохилосков и сицидий, которые обитали в более опреснённых условиях (лагунно-дельтовых). При этом харофиты приурочены к небольшим слойкам, лишённым других групп макрофауны. Девон - ныне.

Тип Phaeophyta. Бурые водоросли

Анатомия и морфология. Высокоорганизованные многоклеточные прикрепленные водоросли, окрашенные в бурый цвет, который происходит из-за наличия пигментов - каротина, ксантофилла и фукоксантина. Форма слоевищ бурых водорослей разнообразна: от нитевидных разветвлений цепочки клеток или нерасчленённой пластинки до сложно расчленённой с дифференциацией на корневидные, стеблевидные и листовидные органы. Размеры бурых водорослей от микроскопических до 50 м [29].

Экология. Преимущественно морские.

Геологическое значение. Силур - ныне.

Тип Diatomeae. Диатомовые водоросли

Анатомия и морфология. Одноклеточные растения размером 0.005-0.6 мм. Клетка состоит из мягкого тела - протопласта, покрытого пектиновой оболочкой, которая в свою очередь облекается наружной кремнистой оболочкой, называемой панцирем (рис. III.1.7). Протопласт состоит из ядра, протоплазмы и хроматофоров. Хроматофоры, окрашенные различными пигментами, размещаются в слое протоплазмы [17].

Панцирь является производным жизнедеятельности клетки и состоит из двух частей, надвинутых одна на другую по образу коробки с крышкой. Верхняя часть панциря (крышечка) называется эпитекой, а нижняя (коробочка) - гипотекой [10]. По строению панцирей диатомовые делят на три группы - Centrales (по строению сходный с круглой баночкой), Pennales (сходный с прямоугольным футляром) и

Mediales (переходный тип между **Centrales** и **Pennales**). Структура панциря диатомовых водорослей разнообразна и состоит из различным образом расположенных пор, штрихов и рёбер. Структурные элементы на створках представителей отряда **Centrales** расположены обычно радиально, а у представителей отряда **Pennales** – симметрично относительно продольной оси и чаще состоят из штрихов, ориентированных поперёк створки, перпендикулярно к продольной оси.

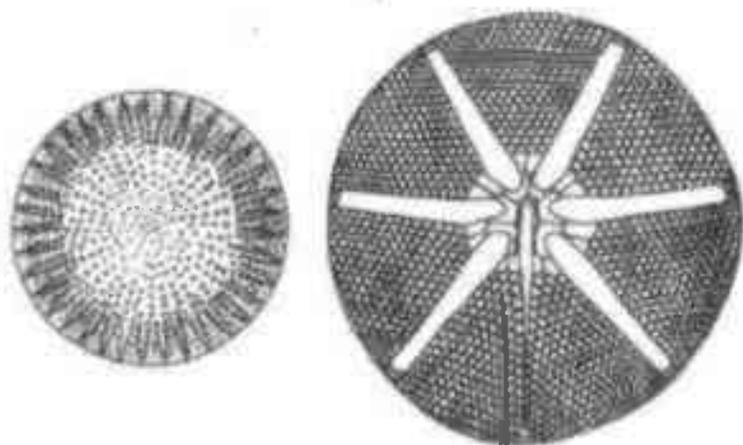


Рис. III.1.7. Современные диатомовые водоросли (по Б.П. Жижченко)

Большинство диатомовых являются одиночными организмами, но иногда они образуют колонии. Размножение диатомовых происходит путём деления клетки.

Экология. Диатомовые водоросли распространены не только в водной среде, но и в почвах, торфяниках и т. п. Они могут существовать лишь в освещённых толщах воды: в пресноводных водоёмах глубины их распространения до 10 м, а в морских до 200 м. В общем, количество диатомовых водорослей с глубиной уменьшается. Температура также является фактором, контролирующим расселение диатомовых - их

размножение возможно при температуре 0-30°C, но известно, что диатомовые могут существовать и при более широком температурном диапазоне [10].

По отношению к солёности диатомеи делятся на три группы - морские, пресноводные и солоноватоводные. Они являются чуткими индикаторами солевых условий среды обитания. Однако наряду со стеногалинными формами имеются многочисленные диатомеи, способные существовать при широких колебаниях солёности.

На развитие диатомовых водорослей большое влияние оказывает содержание в воде кремния, который усваивается диатомовыми для построения панциря, если присутствует в виде кремниевой кислоты.

Диатомовые водоросли бывают планктонными и бентосными. В планктоне морей преобладают представители отряда Centrales, а из отряда Pennales - представители подотряда Agarhineae. В планктоне пресноводных водоёмов преобладают представители отряда Pennales.

Бентос также богат диатомовыми, они встречаются всюду, куда проникает свет и отсутствует сероводород, редки лишь на подвижном грунте. Среди бентосных диатомовых имеются подвижные и прикреплённые формы. В морях преобладают представители родов *Cocconeis*, *Rhabdonema*, *Campylodiscus*, *Diplonis*, *Amphora*, *Nitzschia*, *Pleurosigma*, а в пресных водах, кроме перечисленных, представители *Fragilaria*, *Plinnularia*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Cymbella*, *Gomphonema*. Диатомовые водоросли часто обрастают неподвижные предметы (скалы, свая и т. п.) и живые организмы (раковины моллюсков, кожа китов).

Геологическое значение. Диатомовые водоросли имеют немалое значение при накоплении кремнистых осадков, они извлекают растворённый кремнезём из воды для построения своих панцирей [11]. Диатомиты (породы, образованные панцирями диатомей) мелового, третичного и четвертичного возрастов широко распространены в осадочных тол-

цах Земли. На площади дна Мирового океана, диатомовые илы занимают несколько десятков миллионов квадратных километров [11]. Вклад диатомовых в жизни современных водоёмов значителен: они преобладают в планктоне, а в холодных морях составляют до 99% растительной массы. Периодически в приповерхностном слое воды Черного моря резко возрастает биомасса диатомовых водорослей: их концентрация достигает 10 г на 1 м³. Эти водоросли воспроизводятся с такой стремительностью, что образуются скопления диатомей, которые покрывают поверхность моря слоем в несколько метров толщины [1; 5]. Диатомовые осадки образуются там, где снос терригенного материала незначителен, и среда, в которой накапливаются осадки, кислая или нейтральная, — в щелочных растворах панцири диатомовых быстро растворяются.

Мезозойскую диатомовую флору характеризуют представители двух семейств — *Coscinodiscaceae* и *Biddulphiaceae*, которые продолжают существовать и в последующие эпохи. Палеогеновая флора диатомовых характеризуется широким развитием родов *Stephanopyxis*, *Triceratium*, *Hemiaulus*. В олигоцене появляются новые роды: *Pseudopodosira*, *Auliscus*, *Brightwellia* и другие. В течение неогена появились все роды отряда *Pennales*, из которых многие существуют и поныне.

Извлечение диатомовых из породы производят при помощи растворения породы в воде (если порода рыхлая) с помощью тяжёлых жидкостей, растворением породы в серной или азотной кислотах (если порода твёрдая). Диатомовые водоросли известны с мезозоя по настоящее время.

III.2. Животные организмы

Тип Protozoa. Простейшие. Одноклеточные, преимущественно микроскопические животные. Форма тела чаще шаровидная с лучевой симметрией, двусторонне симметричная. Тело состоит из протоплазмы, ядра (или нескольких ядер) и различных включений. Одни простейшие лишены скелета, другие имеют внутренний или наружный скелет. Движение простейших происходит при помощи псевдоподий, жгутиков, ресничек, сократительных волокон. Простейшие играют огромную роль в пороодообразовании, их раковины образуют мощные толщи известняков, мела, кремнистых сланцев. В ископаемом состоянии известны с кембрия.

Класс Sarcodina. Саркодовые

Класс Sarcodina. Саркодовые

Подкласс Foraminifera. Фораминиферы. К этому подклассу (лат. foramen – отверстие, fero – носить) принадлежат около 20000 современных и ископаемых видов [8].

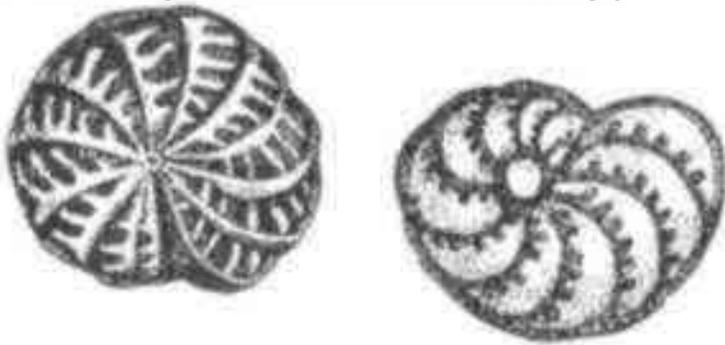


Рис. III.2.1. Современные фораминиферы отряда Rotaliida (по Н.К. Быковой)

Анатомия и морфология. Фораминиферы – одноклеточные животные, состоящие из раковины и протоплазмы, последняя находится как внутри раковины, так и снаружи (рис. III.2.1). Для фораминифер характерны псевдоподии

(ложноножки) – протоплазматические тонкие разветвляющиеся выросты, они служат для захвата пищи и передвижения, участвуют в построении раковины. Фораминиферы бывают с однокамерной или многокамерной раковиной различного состава и строения, развивающейся по определённым для каждого вида закономерностям, с устьем в стенке раковины, представляющим собой одно или несколько отверстий, при помощи которых внутренняя полость раковины сообщается с внешней средой; у многокамерных форм при помощи подобных отверстий, носящих название фораменов, сообщаются друг с другом последовательные камеры [18].

Протоплазма фораминифер дифференцирована на внутреннюю эндоплазму, выполняющую полости раковины, и наружную эктоплазму. Эндоплазма отличается более тёмной окраской, нежели эктоплазма по причине обилия тёмноокрашенных включений: минеральных и пищевых частиц, симбиотических водорослей, продуктов обмена веществ самого организма. Через эктоплазму осуществляется обмен веществ с внешней средой; она выделяет раковину и является местом образования псевдоподий.

Псевдоподии фораминифер представляют собой подвижные, сократимые тонкие выросты эктоплазмы, длина которых может в сотню раз превышать их собственную толщину. Передвижение осуществляется путём растягивания и сокращения ложноножек, при этом фораминиферы приклеиваются псевдоподиями к субстрату и подтягиваются. Скорость передвижения варьирует от несколько миллиметров до нескольких сантиметров в сутки. Помимо двигательной функции псевдоподии служат для захвата пищи, которой могут быть различные микроорганизмы (низшие водоросли, простейшие, личинки рачков), органический детрит; посредством псевдоподий осуществляется дефекация продуктов распада и непереваренных остатков пищи, через их поверхность происходит газообмен с внешней средой.

Раковины фораминифер образованы либо продуктами выделения протоплазмы, либо состоят из материала заимствованного из внешней среды. В последнем случае выделяемые протоплазмой вещества служат лишь цементом, скрепляющим чужеродные частицы. Различают раковины секреторные (микрозернистые, стекловатые, фарфоровидные) и агглютинированные (от лат. *agglutinare* - склеивать).

Известковые секреторные раковины слагаются карбонатом кальция (кальцит, арагонит) или псевдохитином (органическим веществом). Стенки известковых секреторных раковин могут быть бесструктурными, зернистыми либо иметь тонкослоистое, волокнистое или лучистое строение. У многих фораминифер стенка раковины пронизана многочисленными поровыми каналами, расположенными перпендикулярно поверхности.

Кремневые секреторные раковины встречаются редко и сложены халцедоном или кварцем.

Агглютинированные раковины состоят из частиц различного характера. В большинстве случаев это минеральные зёрна, реже фрагменты скелета других организмов, извлечённых фораминиферами извне при помощи псевдоподий и скреплённых цементом, выделяемым протоплазмой. Состав агглютинированных частиц бывает разнообразным и специфичным для различных видов фораминифер. Минералогический состав раковин может быть моно- и полиминеральным. Чаще в стенках раковин наблюдаются зёрна кварца, полевых шпатов, чешуйки слюды, реже — известковые. Цемент агглютинированных раковин бывает органический, содержащий мукополисахаридовые кислоты, и мягкий; или минерализованный и твёрдый, с органическим веществом, соединённым с кальцием, железом или кремнием [17]. Количественное соотношение агглютинированных частиц и связующего их цемента у различных видов варьирует. В одних случаях агглютинированные частицы соприкасаются друг с другом, у других

форм количество цемента может преобладать над количеством частиц.

Раковины фораминифер бывают с различными типами строения и их разнообразными сочетаниями. Основные типы строения раковин: неправильного строения, одноосные, спиральные (неправильно клубковидные, спирально-плоскостные, спирально-конические, спирально-винтовые, правильно клубковидные). Неправильное строение раковин наблюдается у стелющихся по грунту фораминифер (представители рода *Iridia*).

Одноосные раковины принадлежат в основном бентосным фораминиферам, приспособленным к неподвижному лежачему или ползающему образу жизни. Нарастание одноосных раковин происходит от начальной точки в направлении вдоль оси симметрии. Такой способ навивания характерен для семейств *Ammodiscidae* и *Endothyridae*. В зависимости от характера роста, одноосные раковины могут быть однокамерными или многокамерными.

Спиральные раковины в большинстве случаев имеют многокамерные фораминиферы. Они являются результатом видоизменения одноосных раковин благодаря скручиванию оси, что является определённым способом укрепления раковины [8]. Спиральный тип навивания бывает пяти разновидностей: 1) неправильно клубковидные раковины - это результат беспорядочного навивания одноосной раковины в нескольких направлениях; 2) спирально-плоскостные раковины имеют спиральную ось, расположенную в одной плоскости, они являются двусторонне-симметричными; 3) спирально-конические раковины обладают спиральной осью, которая расположена в нескольких плоскостях и повторяет очертания конуса; 4) спирально-винтовые раковины характеризуются тем, что их длина значительно превышает максимальный «диаметр» основания конуса, в зависимости от числа камер, образующих отдельные обороты, бывают двухрядные, трёхрядные, четырёхрядные и пятирядные; 5) правильно клубко-

видные раковины составлены камерами, которые располагаются в нескольких взаимно пересекающихся плоскостях, образуя свёрнутый клубок, при этом каждая камера занимает половину оборота.

Одним из элементов раковины фораминифер является устье. Устьем называется отверстие, посредством которого внутреннее пространство фораминифер сообщается с внешней средой. Устье является сложным, если оно представлено несколькими отверстиями. Простое устье по своей форме может быть круглым, эллипсоидным, серповидным, петлевидным, лопастным и т. д. Сложное устье чаще всего бывает ситовидным, состоящим из множества отверстий. При образовании новой камеры устье предыдущей становится отверстием между полостями этих двух камер и называется фораменом.

Для наиболее высокоорганизованных фораминифер из семейств *Rotaliidae*, *Calcarinidae*, *Elphidiidae*, *Nummulitidae* характерно наличие системы каналов, располагающихся внутри раковины. Основными её элементами являются спиральный и межсептальный (внутрисептальный) каналы.

Последовательные камеры у многокамерных фораминифер отделяются одна от другой септальными швами, которые указывают места сочленения септ с наружной стенкой раковины. Швы могут быть углублёнными, поверхностными или выпуклыми, прямыми или изогнутыми. Форма швов является признаком, учитываемым при определении вида или рода.

Как правило, фораминиферы имеют дополнительный скелет, который может быть внутренним и наружным. К элементам внутреннего дополнительного скелета относятся базальные образования, осевые уплотнения и т. д. Элементами наружного дополнительного скелета являются различные скульптурные образования: известковые натёки на поверхности раковины, рёбра, шипы, иглы. Скульптурированные раковины фораминифер появилась лишь в конце палеозоя.

Основным критерием систематики ископаемых фораминифер является строение их раковины. Раковины неправильного строения и одноосные однокамерные наиболее примитивны, неправильные клубковидные формы примитивнее правильных спиральных и т. п. При установлении систематической принадлежности одного индивида или целого семейства, рода и т. д. необходимо учитывать не отдельные морфологические признаки (состав стенки, тип строения, характер устья и т. д.), а их совокупность,

Раковины фораминифер в ископаемом состоянии бывают заполнены осадком или пустые. Внутренние полости раковин заполняются вторичным прозрачным кальцитом, иногда железистыми соединениями (пиритом и др.). В наружном обороте раковины обычно наблюдается та же порода, что и вмещающая, но часто более мелкозернистая.

Экология. Фораминиферы играют существенную роль в фауне современных морей, особенно в планктоне тропического и субтропического поясов. Планктонные фораминиферы обитают преимущественно в верхних слоях литопелагиали (0-100 м), их раковины, падая на дно, принимают участие в образовании танатоценозов глобигеринового, птероподового и различных терригенных илов. При этом область распространения такого типа илов ограничена изобатой 4000 м (абиссаль). Раковины планктонных фораминифер больших глубин не могут достичь, растворяясь в морской воде под действием низких температур и значительных давлений. Скорость погружения раковин высока, при размерах 0,4 мм - примерно 2 см/с [17]. Глобигериновый ил накапливается со скоростью 0,5-2,0 см за тысячелетие. Весовое содержание раковин пелагических фораминифер в глобигериновых илах в среднем 53%, в птероподовом и терригенном илах оно значительно ниже. Основным экологическим фактором, определяющим распространение современных планктонных фораминифер, является температура. Среди планктонных фораминифер выделяются холодноводные формы (арктические и ан-

тарктические), формы умеренного пояса и тепловодные (тропические и субтропические).

Бентические фораминиферы имеют немаловажное значение в современных донных биоценозах, ареал их обитания распространяется до глубин свыше 6000 м (виды с агглютированной раковиной). Существует определённая экологическая смена придонных комплексов фораминифер по зонам разных глубин морских бассейнов. В мелководных условиях (верхняя часть сублиторали) преобладают миллиолиды, эльфидии и цибециды, в нижней части сублиторали наблюдается более разнообразный родовой состав и доминирование фораминифер с секреторными раковинами, на большей глубине и в батимальной области преобладают булимниды, боливины, увигерины и др., а ещё глубже – агглютинирующие формы.

Помимо глубины, факторами, контролирующими распространение фораминифер, являются температура, солёность, освещённость, аэрация. Фораминиферы стеногалинные формы, способные существовать в условиях нормальной солёности, лишь некоторые виды могут выдерживать повышенные солёности (например, обитающие в Красном море *Orbitolites* при солёности 43 ‰).

На развитие фораминифер влияет свет, в основном благодаря жизнедеятельности водорослей симбионтов – зооксантел, обитающих в протоплазме многих фораминифер *Amphistegina*, *Peneroplis*, *Sorites* и др. Большинство фораминифер обитает в условиях насыщения воды кислородом, лишь некоторые формы из родов *Harporagmoides*, *Trochammina* и др. могут развиваться при слабой аэрации.

В области приливов, в прибрежных осолоняющихся или опресняющихся водоёмах обитает своеобразный комплекс фораминифер, среди них – виды с псевдохитиновой или агглютированной раковиной или фораминиферы с кремниевой раковиной (трохаммины). В распределении планктонных фораминифер ярче выражена климатическая зональность

и резкое уменьшение их количества с приближением к береговой линии.

Наличие карбоната кальция необходимо для существования форм с известковой раковиной. В тёплых водах, где условия для биохимического выделения карбоната кальция наиболее благоприятны, развиваются фораминиферы с крупными, массивными известковыми или секреторными раковинами, в более холодных водах преобладают фораминиферы с агглютинированной раковиной.

Установлено, что раковины живых и мёртвых фораминифер занимают приблизительно одни и те же участки дна водоёмов. Следовательно, ориктоценоз, т. е. захоронённый комплекс фораминифер, отражает в значительной мере характер их прижизненного сообщества. Это даёт возможность восстановления по ископаемым фораминиферам внешних условий с использованием данных по экологии современных фораминифер.

Фораминиферы отличаются большой изменчивостью и способностью приспособления к окружающей среде. Морфологические признаки, возникшие в процессе индивидуальной, внутривидовой и видовой приспособительной изменчивости могут быть показателями условий осадконакопления и других физико-географических факторов внешней среды. Так, например, килеватые двусторонне-симметричные раковины указывают на быстрое осадконакопление, в то время как виды с округлыми раковинами погибают при быстром засыпании их осадком. В подвижной водной среде обитают фузулиниды с более укороченной и крепкой раковиной, тогда как при более спокойном гидродинамическом режиме те же виды представлены более удлинёнными и тонкостенными формами. В большинстве случаев размеры особей, толщина стенок их раковин и численность являются хорошими показателями бионических условий и характеризуются более высокими значениями при более благоприятных условиях.

Известно, что правозавёрнутые спирально-свёрнутые раковины фораминифер чаще приурочены к тёплым водам, а левозавитые – к холодным. Приспособительным признаком к парению в толще воды является шарообразная форма раковины с пустыми вздутыми камерами и с разнообразными выростами, увеличивающими её поверхность. Другие скульптурные образования или дополнительные отложения извести (рёбра, кили, бугорки) способствуют укреплению и утяжелению раковин фораминифер, обитающих в зоне подвижного гидродинамического режима.

Геологическое значение. В геологическом прошлом фораминиферы часто выступали в роли породообразующих организмов. Попадая в осадок, раковины фораминифер приносят в него различные вещества: углекислый кальций, магний, окись железа и др. Раковины фораминифер слагают карбонатные толщи карбона и нижней перми на Русской платформе и Урале, донные фораминиферы являются породообразующими для верхнемеловых известняков Средиземноморской области, нуммулитовых и дискоциклиновых известняков палеогена и ряда областей Альпийской складчатости (Кавказ, Крым) [17]. В силу быстрого размножения фораминифер и многочисленности особей число оседающих ежегодно раковин весьма значительно. Жизненный цикл фораминифер около года и их раковины нередко полностью образуют донные осадки бассейнов (глобигерриновые илы, песчий мел, нуммулитовый и фузулиновый известняк и др.), участвуют в образовании биогермов (нубекулярные известняки).

Развитие фораминифер с палеозойской эры протекало неравномерно в зависимости от цикличности геологических процессов, и эти особенности их эволюции используют для освещения хода геологической истории. Значительный интерес для геолога представляют различия в развитии фораминифер разных геотектонических и палеогеографических областей. Так, для геосинклинальных областей отмечается более

раннее появление видов и родов и большая длительность их существования, но разорванность ареалов обитания.

Наиболее широко фораминиферы используются в стратиграфических целях и отчасти при фациальном анализе. Быстрая эволюция во времени позволяет устанавливать виды, характерные для тех или иных горизонтов, большая экологическая изменчивость, широкое и быстрое в геологическом смысле распространение фораминифер в бассейнах прошлого Земли – эти факторы обеспечили фораминиферам признание как одной из основных групп, четко характеризующей стратиграфические подразделения.

Изучение ископаемых фораминифер подразумевает следующие этапы: 1) сбор образцов горных пород из естественных обнажений или буровых скважин; 2) препарирование фораминифер (разрыхление породы и выделение из неё раковин, для плотных пород – изготовление плоскопараллельных шлифов); 3) визуальное изучение фораминифер в выделенном виде или в шлифах под микроскопом; 4) измерение, зарисовывание и фотографирование раковин или их сечений; 5) определение видового названия по монографиям; 6) описание видов фораминифер, составление таблиц стратиграфического распределения видов, их распространения в различных типах отложений. Фораминиферы обильны в карбонатных глинах, мергелях и органогенных известняках, реже встречаются в глинах и глинистых и известковистых алевролитах, в обломочных терригенных породах.

Фораминиферы населяли моря с кембрийского времени доныне, а с каменноугольного времени составляли значительную часть морской фауны.

Подкласс Radiolaria. Радиолярии (лат. radiolus - лучик)

Анатомия и морфология. Большинство одиночные организмы размером от десятков микрон до 15 мм (колониальные формы). Имеется центральная капсула из органического вещества, делящая протоплазматическое тело на два слоя – внутрикапсульную и экстракапсульную протоплазму. От экс-

тракапсульной протоплазмы расходятся псевдоподии. Основное назначение псевдоподий – захват пищи, которой служат различные планктонные организмы. Стенка центральной капсулы пронизана порами, через которые происходит сообщение внутрикапсульной и экстракапсульной протоплазмы (рис. III.2.2).

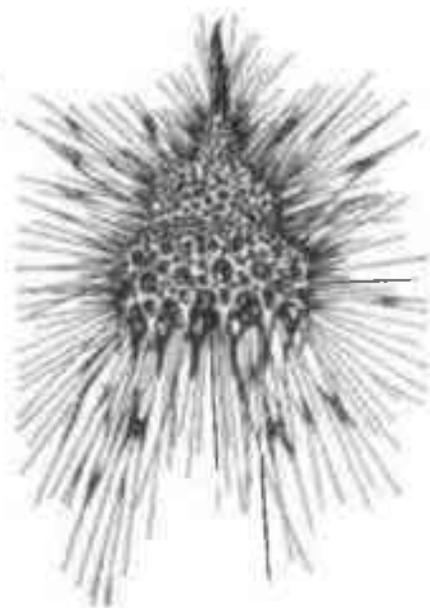


Рис. III.2.2. Современная радиолярия *Calocyclus monumentum* Haeskel; $\times 300$ (по А. А. Стрелкову)

Во внутрикапсульной протоплазме сосредоточены питательные вещества, продукты обмена веществ, зёрна пигмента. В экстракапсульной протоплазме различают три слоя: к центральной капсуле прилегает слой зернистой протоплазмы – саркоматрикса, поверх саркоматрикса располагается слой студенистой протоплазмы – калиммы. Поверхность калиммы покрыта третьим сетчатым слоем – саркодиктумом. Среди включений экстракапсульной протоплазмы присутствуют

зооксантеллы – симбиотические одноклеточные водоросли, у глубоководных радиолярий они отсутствуют. Размножаются как бесполо – делением надвое, так и с образованием гамет.

Сложно устроенный минеральный скелет (кремнистый, реже из целестина или алюмосиликата) с облегающими касательными и радиальными элементами сетчатый, губчатый или игольчатый, придающий телу постоянную форму и защищающий от механических повреждений. Скелетные элементы у большинства радиолярий залегают в экстракапсульной протоплазме. Только у акантарий радиальные иглы пронизывают стенку центральной капсулы и сходятся в центре тела. Радиолярии имеют скелет с многоосной симметрией, в ряде случаев скелет асимметричен – примитивные спумеллярии и населлярии. Некоторые радиолярии лишены скелета (представители отрядов *Spumellaria*, *Nassellaria*, *Phaeodaria*), в таком случае поверхность тела радиолярий защищена частицами, налипающими на поверхность калиммы.

Скелет спумеллярий кремнистый с многоосной или радиальной симметрией. Сфероидальная форма скелета с одной или несколькими решётчатыми скелетными сферами, концентрически вложенными одна в другую. Радиальные иглы прикрепляются к внутренней сфере скелета (исключение *Sphaeroidea* с многоосной крупной иглой, сочетающейся со сферами). Одиночные и колониальные формы. Пять подотрядов - *Sphaerocollidea*, *Sphaeroidea*, *Prunoidea*, *Discoidea*, *Larsoidea*. В ископаемом состоянии широко распространены три подотряда - *Sphaeroidea*, *Prunoidea* и *Discoidea*.

Скелет населлярий кремнистый либо в виде спикулы - треножника и её производных, либо в виде решётчатой раковинки, одноосной, суженной к вершине и расширяющейся к основанию. Всегда одиночные формы. Три подотряда - *Nassoidea*, *Plectellaria*, *Cyrtellaria*. Только циртеллярии известны в ископаемом состоянии.

Экология. Одноклеточные морские животные встречаются во всех климатических зонах от поверхности до абис-

сальных глубин, радиолярии могут быть показателем как шельфового, так и батинального, и абиссального происхождения осадков [2]. Выделяют стенчатые формы, т. е. приуроченные к определённым глубинам (0-50, 50-200, 200-1000, 1000-2000, 4000-8000 м), и эврибатные, приспособленные к жизни на разных глубинах [8]. Ведут планктонный образ жизни и обитают в морях с солёностью не ниже 22 ‰ [17]. Радиолярии тёплых вод отличаются более мелкими размерами, развитыми иглами, тонкостенностью, ажурностью скелета с наименьшим объёмным весом. Радиолярии холодных областей и зон глубин значительно крупнее, более толстостенные, практически гладкие, преобладают несферические формы. Отряды *Sponellaria* и *Nassellaria* могут быть охарактеризованы как довольно глубоководные формы. Большинство радиолярий встречается в открытых частях морей, лишь единичные представители обитают в прибрежных районах. Отдельные периоды геологической истории обнаруживают иную картину распространения радиолярий, их таксономического разнообразия и биопродуктивности: максимальная численность радиолярий приходится на прибрежные акватории крупных эпиконтинентальных бассейнов или пра-океанов, в то время как их более мористые или океанические районы содержали меньшее количество радиолярий [2].

Геологическое значение. Ископаемые радиолярии относятся к двум отрядам – спумеллярий и насселлярий. Радиолярии встречаются в осадочных породах и осадочно-вулканогенных образованиях. Одни отложения, содержащие остатки радиолярий, являются радиоляритами (радиолярии являются пороодообразующим элементом), другие – просто их включают наряду с другими органическими остатками. Типичными радиоляритами являются многие первично-кремнистые осадочные породы: радиолярные яшмы и фтаниты, алевропелиты, кремнистые глины, кремнисто-глинистые песчаники и глинистые алевриты [18]. Ещё более разнообразными являются породы, содержащие радиолярии

наряду с другими органическими остатками: яшмокварциты, кремнисто-глинистые сланцы, сионголиты, кремнистые вулканические туфы, туфопесчаники, диатомиты, трепела и опокки, углистые и кремнисто-известковистые глины, кремнистые известняки и мергели, песчаный мел, фосфориты.

Факт наличия остатков радиолярий в ископаемых осадках не является доказательством глубоководного происхождения этих отложений. Вопрос о глубинности следует выяснять по совокупности фашиальных особенностей осадков и экологических характеристик радиоляриевых фаун.

Методика изучения радиолярий, содержащихся в рыхлых и твердых породах, различна. Радиолярии из рыхлых пород извлекаются путём дезинтегрирования горной породы, с последующей отмывкой, отмучиванием, просушиванием осадка и отбором из него фауны. Затем скелеты радиолярий промываются соляной, серной или азотной кислотой. Очищенные скелеты радиолярий просматриваются под биноклярной лупой и разбираются по группам и семействам. Родовые или видовые определения делаются только после изучения объектов под микроскопом.

Исследование радиолярий, заключенных в твердых породах (кремнистые сланцы, яшмы), производится в петрографических шлифах, при увеличении в 80-300 раз.

Эпохи наиболее широкого распространения радиолярий - средний ордовик, ранний силур, поздний девон, ранний карбон, пермь, поздний триас - ранний мел, сангон - кампан - в мезозое, эоцен, миоцен - в кайнозое [25]. Кембрий - ныне.

Тип Spongia. Губки. Радиально-симметричные беспозвоночные животные. Губки - низшие представители многоклеточных животных. Губка имеет вид цилиндра или бокала, состоящего из двух слоёв клеток - эктодермы и энтодермы, между которыми залегает прослойка студенистого вещества - мезоглеи. Внутренняя полость тела открывается наружу отверстием (osculum). Стенки тела пронизаны каналами, в кото-

рых располагаются жгутиковые камеры, служащие для тока воды и захвата пищи. Скелет губок состоит из минеральных иголок, называемых спикулами, различной формы. Размножаются почкованием или половым путём. В ископаемом состоянии известны с кембрия [29].

Класс Calcispongia. Известковые губки. Известно около 70 ископаемых и современных родов [8].

Анатомия и морфология. Губки бывают одиночными и колоннальными, бочковидной или цилиндрической формы, высотой до 7 см (рис. III.2.3). Иногда образуется ножка, при помощи которой они крепятся к субстрату. Поверхность губок может быть гладкой или покрытой иглами. Тело губок сложено неровной ноздреватой массой, пронизанной полостями и каналами. Скелет внутренний и состоит из спикул, разрозненных или спаянных вместе. Спикулы выделяются специальными клетками – склеробластами. Спикулы бывают трёхлучевыми (трирадиаты), четырёхлучевыми (тетрарадиаты) или одноосными (рабды) и состоят из углекислой известки. В ископаемом состоянии известны в основном спаянные известковые спикулы, называемые фибрами. В шлифе фибры имеют причудливые извилистые очертания, что позволяет называть скелетную ткань «узорчатой» [17].

Экология. Известковые губки – исключительно морские неподвижные донные животные. Наиболее многочисленны известковые губки в зоне литорали и сублиторали, с увеличением глубины они встречаются всё реже и исчезают на отметках 150-300 м. Известковые губки выносливы к колебаниям температуры, встречаются и в северных, и в тропических морях.

Геологическое значение. Породообразующее значение губки приобретают в случае их участия в построении органогенных построек, что отмечается с конца палеозоя и в мезозое. Известны известковые губки с девона, наиболее широкое распространение отмечается в юрском и меловом периодах [8].



Рис. III.2.3. Известковая губка *Corynella quenstedti* Zitt. Верхняя юра (по К. Циттель [36])

Класс Silicispongia. Кремневые губки

Анатомия и морфология. Губки, спикеры которых состоят из кремнезёма (рис. III.2.4). Спикеры бывают шести-лучевые, пятилучевые, четырёхлучевые и одноосные, разрозненные и спаянные в скелет. Помимо спикер в строении скелета часто принимает участие органическое вещество – спонгин, при помощи которого спикеры склеиваются друг с другом [29].

Экология. Кремневые губки - донные неподвижные колониальные и одиночные животные, обитающие в морях и пресных водах. Губки, обитающие в местах с сильным придонным течением, плотно прирастают к субстрату; другие, живущие при слабом движении воды на рыхлых грунтах (песок, ил), закрепляются в осадке при помощи корневого пучка спикер либо свободно лежат на поверхности осадка. Совре-

менные кремневые губки известны во всех климатических зонах, холодных и тёплых водах. Глубина, на которой селятся губки, также имеет широкий диапазон отметок - от приливно-отливной зоны до абиссали [17].



Рис. III.2.4. Кремневая губка *Craticularia cylindrica* (Michelin). Юра (по К. Циттель [36])

Геологическое значение. Кремневые губки находят применение в стратиграфии юры и мела. Однако большее значение они имеют как породообразователи, в палеозое и мезозое они слагают толщи пород мощностью до 15 м. Такие породы, если спикулы сохранили свой первичный кремневый материал, называют спонголитами. Часто спикулы бывают кальцитизированы, и порода превращается в спикуловый известняк или спикуловый мергель, в зависимости от минерального состава цемента. Спикуловые известняки широко распространены. На территории СНГ они известны в верхнем де-

воме и нижнем карбоне Урало-Волжской области, нижнем карбоне Приуралья, Донецкого, Кузнецкого бассейнов, в среднем карбоне Волгоградской области и Донецкого бассейна и т. д. Пластовые спонголиты также широко распространены и известны в разных геологических системах: в верхнем девоне Латвии, в нижнем карбоне Урало-Волжской области и Кузнецкого бассейна, в верхнем карбоне Горной Башкирии, в верхней юре Армении, в олигоцене Западного Кавказа и Грузии. Кембрий - ныне.

Гип Archasocyathii. Археоциаты (гр. *archaios* - древний, *kyathos* - кубок)

Анатомия и морфология. Донные животные, прикреплялись к дну с помощью каблучка прирастания, реже просто лежали или пассивно перемещались. Размеры археоциат колеблются в пределах 5-20 мм в диаметре и 5-80 мм в высоту. Имели известковый скелет в виде вложенных один в другой кубка, конуса, чаши, цилиндра с пористыми стенками (рис. III.2.5). Промежуток между кубками (интерваллум) выполнен поперечными пластинками - днищами или радиальными перегородками, которые делят интерваллум на камеры [28]. Колониальные формы археоциат размножались почкованием, но вероятно присутствовало и половое размножение со стадией личинки [8].

Палеоэкология. Исключительно морские донные организмы. Большинство археоциат вело неподвижный образ жизни, прикрепляясь к подводным предметам или дну основанием кубка, его боковой стороной или каблучком прирастания. Часть археоциат дисковидной формы, по-видимому, свободно лежала на дне, другие, имеющие шаровидный или мешковидный скелет, пассивно перекатывались по дну [8]. Глубины обитания археоциат не превышали 100 м, а чаще 20-30 м. Археоциаты приспособлены к жизни в условиях биотермов и отдельными особями.

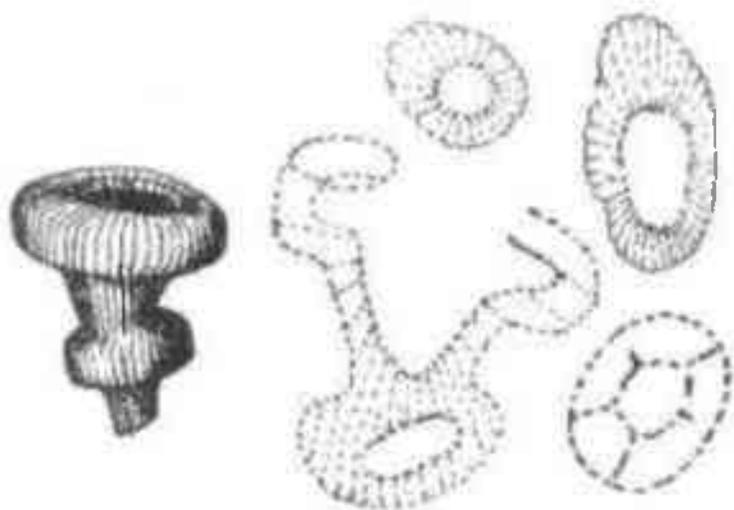


Рис. III.2.5. *Archaeocyathus anulooides* Vologd. (по К. Циттель [36])

Геологическое значение. Большое значение имеют археоциаты для корреляции удаленных друг от друга разрезов (разрезы Сибири, Северной Америки и Австралии). Пласты с археоциатово-водорослевыми биогермами по площади могут занимать десятки квадратных километров [17]. Археоциаты – одна из ведущих групп для разработки стратиграфии нижнего кембрия. Их временное распространение: нижний-средний кембрий.

Тип Coelenterata. Кишечнополостные

Многоклеточные беспозвоночные животные, обладающие радиальной симметрией. Стенка их тела состоит из двух эпителиальных клеточных слоёв: наружного – эктодермы и внутреннего – энтодермы. Между эктодермой и энтодермой залегает студенистый слой – мезоглея. На одном конце тела располагается рот, ведущий в полость кишечника и служащий одновременно для удаления продуктов жизнедеятельности и половых продуктов. Кишечнополостные обладают скелетом известковым или роговым. Большинство кишеч-

нополостных раздельнополю. Размножение половое и бесполое – почкование. У многих представителей кишечнополостных имеются стрекательные клетки, служащие для защиты и нападения. Они часто образуют колонии, преимущественно морские прикреплённые животные. Известны с протерозоя [29].

Класс Anthozoa. Коралловые полипы. Это морские прикреплённые кишечнополостные, обитающие в открытых морях с нормальной солёностью, на различных глубинах и широтах. Большинство из них обладает наружным известковым скелетом. Среди них встречаются одиночные формы, ветвистые и массивные колонии.

Подкласс Tabulata. Табуляты (лат. *tabula* - доска)

Анатомия и морфология. Табуляты колониальные кишечнополостные, они образуют скелетную постройку, называемую полипняком (рис. III.2.6). Скелет табулят состоит из тонких известковых трубок – кораллитов, являющихся скелетом отдельного полипа (зооида), пересечённых днищами (табулями) и сообщающихся между собой при помощи пор и каналов. Кораллиты всегда ограничены стенкой (текой), толщина которой различна у разных родов. Снаружи стенка одета тонким покровом – эпитекой. По окраске эпитека отличается от стенки и несёт следы нарастания в виде тонких концентрических струек. В строении кораллитов различают несколько зон. Между соседними кораллитами присутствует непрозрачная тёмная линия, которая называется срединным межстенным швом – это эпитека смежных кораллитов. От срединного шва прослеживаются две периферические широкие зоны, которые обладают фиброзной структурой и буровато-жёлтой окраской. Эти зоны и составляют стенку кораллитов и имеют микросталлическое строение. Скелетное вещество стенки называется склеренхимой или стереоплазмой. Склеренхима образована мелкими кристаллическими волокнами, фибрами. Фибры ориентированы перпендикулярно поверхности эктодермы. Вертикальные скелетные сегменты, связанные

своим происхождением с радиальными складками тела зооида, называются септальными образованиями.



Рис. III.2.6. Общий вид колонии *Aulopora* (по В.В. Друшцу [8])

У табулят в зависимости от характера соотношения кораллитов выделяют три типа полипняков: массивный, кустистый и стелющийся [17].

В массивных полипняках кораллиты плотно прилегают друг к другу всей своей поверхностью. Кораллиты – призматические грубки с полигональным, полигонально-округлым или полулунным очертанием поперечного сечения. Внешняя форма полипняка может быть дисковидной, массивно-ветвистой [8].

В кустистых полипняках кораллиты отделены друг от друга свободным пространством, но иногда могут соприкасаться боковыми сторонами.

В стелющихся полипниках мелкие, рожкообразной формы кораллиты образуют вытянутые по субстрату цепочки или сеточки.

Палеоэкология. Табуляты обитали в водах нормальной солёности, на глубинах 10-100 м. В зоне литорали и на мелководных участках с активной гидродинамикой обитали в основном стелющиеся уплощённые колонии с большой площадью прирастания (представители отряда *Auloporida*). В зоне мелководья с неустойчивым режимом, т. е. в зоне волнений, но удалённой от берега и лишённой грубого терригенного материала, табуляты образовывали заросли, а также селились табуляты сферической и массивной форм (представители подотрядов *Favositina* и *Alveolitina*). На более тихих участках обитали табуляты с ветвисто-массивной и пластинчатой формами колоний (представители подотряда *Thamnoporina*).

Геологическое значение. Значение табулят в породообразовании велико - они принимают участие в образовании карбонатных пород от конца кембрия до раннего триаса включительно, являясь органическими остатками, которые часто доминируют в ориктоценозах [4]. Наиболее часто встречаются в карбонатных отложениях, обогащённых терригенным материалом силурийского, девонского и каменноугольного периодов. Табуляты являются также одним из компонентов палеозойских биогермов. Массивные колонии табулят и их обломки наиболее часты в известняках различного типа: органогенных, органогенно-детритовых, глинистых. Кустистые, ветвисто-массивные колонии встречаются в сильноклинистых и битуминозных известняках, алевролитах и аргиллитах. В грубых терригенных породах (песчаниках, конгломератах) встречаются лишь обломки колоний табулят.

Целые колонии и части колоний часто встречаются в шлифах. Сохранность колоний табулят обычно хорошая, так как в большинстве случаев табуляты бывают захоронены на месте обитания или вблизи него, и поэтому сохраняются детали наружного и внутреннего строения. Для определения табулят под микроскопом необходимо два ориентированных

булят под микроскопом необходимо два ориентированных шлифа через колонию - поперечный и продольный.

Богатство и разнообразие табулят в палеозойских отложениях земного шара позволяют использовать их для целей стратиграфической корреляции и для разработки подробных стратиграфических схем. Кембрий – триас.

Подкласс *Tetracoralla*, *Plexacoralla*. Четырёх- и шести-лучевые кораллы

Анатомия и морфология. Тетракораллы произошли от табулят в среднем ордовике [8]. Четырёхлучевые кораллы (ругозы) преимущественно одиночные, реже колониальные формы с системой билатерально расположенных перегородок, с сильно развитыми днищами и поперечными пластинками (диссепиментами), со столбиком или без него, с морщинистой радиально-ребристой эпитекой. Одиночные кораллиты имеют рожкообразную, цилиндрическую, реже дискоидальную форму (рис. III.2.7). Некоторые роды снабжены крышечкой.

Шестилучевые кораллы бывают как одиночными, так колониальными. Перегородки расположены радиально, реже билатерально в числе, кратном шести. Имеются днища.

У кораллов мягкое тело полипа помещалось на верхнем конце одиночного коралла – в углублении – чашечке. Скелет отлагался эктотермальным слоем базальной части полипа и состоит из вертикальных и горизонтальных элементов. К вертикальным относятся септы, внешняя и внутренняя стенки, осевые структуры – столбик или сложная осевая колонна (у четырёхлучевых кораллов). Она состоит из радиальных пластинок и осевых днищ.

Кораллы обладают арагонитовым скелетом. Определённые клетки эктодермы выделяют элементарные частицы скелета – волокна (фибры) арагонита. Фибры бывают различной длины, группируются в агрегаты – игольчатые или пластинкообразные. Существует три типа сочетания фибр: склеродермитно-трабекулярный, фиброзный и ламеллярный (ножовидный). При fossilлизации арагонит может замещаться

кальцитом, и фиброзная структура при этом может полностью исчезнуть [17]



Рис. III.2.7. *Omphyma subturbinata* M. Edw. et Haime. Верхний свлур (по К. Циггель [36])

Важной частью скелета является септальный аппарат. У большинства кораллов он представлен вертикальными перегородками – септами. Последние могут быть шиповидными или пластинчатыми, у некоторых верхнесилурийских – пластинчато-шиповидными. У девонских четырёхлучевых кораллов развивались своеобразные образования – септальные конусы. Микроструктура септ различна, наиболее часто встречается трабскулярная; реже фиброзная (волокна расположены в направлении, перпендикулярном плоскости нарастания); ламеллярная (волокнистая – волокна располагаются параллельно плоскости нарастания).

Экология. Кораллы обитают на различных глубинах от литорали до абиссали, при температуре от +2 до +36⁰С, питаются зоопланктоном. За время личиночной стадии, которая длится 23-30 суток, кораллы могут расселяться очень быстро и разноситься течениями на расстояния более 3000 км.

Рифостроящие кораллы характеризуются симбиозом с одноклеточными водорослями - зооксантелами, живущими в их эктодерме. Эти кораллы обитают на глубинах 0-90 м (оптимальная глубина 4-7 м); температура от +18.5 до +36⁰С; солёность 27-40 ‰. В строительстве рифов принимают участие колониальные массивные и ветвистые кораллы.

Нерифостроящие кораллы известны до глубин 10700 м (оптимальная глубина 180-550 м), температура +2 - +20⁰С), солёность 36 ‰. Это слабоветвистые и одиночные формы.

В условиях подвижной воды, прибоя или течений растут массивные или крупные ветвистые колонии со сближенными ветвями и утолщёнными внешними стенками, с несколькими порядками септ. Большинство кораллов предпочитает чистые воды, хотя существуют формы, приспособившиеся жить в условиях постоянного привноса обломочного материала. У одиночных форм, которые селились на илистых грунтах, выростали корневидные отростки, поддерживающие коралл в вертикальном положении. Средняя величина годового роста кораллов - 5-12 мм.

Геологическое значение. Четырёх- и шестилучевые кораллы найдены на всех континентах и широтах. На территории СНГ четырёхлучевые кораллы известны на Русской платформе, в Заполярье, на Кавказе, Крыму, Алтае, Урале и т. д. Ископаемые шестилучевые кораллы известны на Кавказе, Закавказье, Крыму, на Мангышлаке, Приморье [17].

Как четырёх-, так и шестилучевые кораллы имеют большое стратиграфическое и палеоэкологическое значение. Будучи донными организмами, они обнаруживают тесную связь с фациями и быстро реагируют на изменение экологиче-

ских условий. Многие виды и роды кораллов являются руководящими для отдельных систем, отделов и ярусов.

Четырёхлучевые кораллы в палеозое и шестилучевые в мезозое и кайнозое участвовали в образовании биогермов и биостромов, нередко являясь породообразующими. Кораллы встречаются в осадочных породах различного состава (мергелях и аргиллитах), но наиболее часто - в известняковых фациях.

Начиная с позднего триаса, шестилучевые кораллы принимают участие в строительстве рифов с гидроидными водорослями. Четырёхлучевые кораллы существовали со среднего ордовика до раннего триаса. Шестилучевые скелетообразующие кораллы известны со среднего триаса доньше.

Класс Hydrozoa. Гидроидные полипы

Анатомия и морфология. Для большинства гидроидных характерно чередование поколений: бесполое поколение - полипы, сменяется половым поколением - медузами. Первые имеют вид прикреплённого двуслойного мешочка, вторые - свободноплавающие формы [29].

Палеоэкология. Гидроидные бесполого поколения образуют колонии, исключением являются пресноводные гидры, являющиеся одиночными полипоидными формами. Колония прикрепляется своим основанием к твёрдому субстрату. В ископаемом состоянии известны с кембрия в виде гидроидных полипов, у которых сохраняются известковые пластинчатые базальные основания колоний, некоторые формы (строматопоры) образуют массивные рифоподобные массы.

В карбоне, перми и юре СНГ встречаются грубые пластины неправильной формы, образующие биогермные известняки. Материал, слагающий пластины, обычно перекристаллизован, но в поперечных сечениях, в шлифах часто обнаруживает систему полостей и каналов. Нижнепермские представители таких образований - *Paleoaplesina* имеют толщину от нескольких миллиметров до 3-4 см и до нескольких

десятков сантиметров в длину. Под микроскопом видна система ветвящихся полостей. Все полости соединяются между собой в центральной части пластины. Пространства между каналами в результате перекристаллизации заняты вторичным карбонатом [17].

Геологическое значение. Пластины *Paleoaplestina* могут создавать значительные толщи сильнопористого, массивного известняка (рифогенные массивы Ишимбая, Стерлитамака и нижнепермских биостромов Уфимского плато, карбона Урала и Тимана).

Подкласс Stromatoroidea. Строматопоры

Анатомия и морфология. Скелет строматопоройдей обычно известковый, иногда окремнённый. Он образован параллельными прямыми или волнистыми тонкими концентрическими пластинками (ламинами), отстоящими друг от друга на разном расстоянии, именуемом межламнарным промежутком (рис. III.2.8). Соседние пластинки соединены между собой столбиками. Поверхность скелета разных форм строматопоройдей различна: для одних характерно наличие округлых бугорков, для других – бугорков конической формы.

Форма колоний строматопоройдей весьма разнообразна: инкрустирующая, желвакообразная, сфероидальная, массивная, дискообразная, пластинчатая, цилиндрическая, дендроидная [29]. Колонии могут достигать значительных размеров: так, наблюдаются пластинчатые формы размером до 2-3 м² при толщине 10-20 см. Разнообразие форм и размеров колоний строматопоройдей рассматривается как влияние среды (субстрата, течений и т. д.). Многие из строматопоройдей имели в своём основании бесструктурную, концентрически морщинистую базальную эпитеку, с помощью которой они прикреплялись к субстрату, сфероидальные формы прирастали к субстрату короткой ножкой. Встречается много форм, субстратом для развития которых послужили отмершие организмы тех же строматопоройдей. Нередко встречаются скелеты строматопоройдей, развитие которых началось с обраста-

ния кораллов *Rugosa* или *Tabulata*, или строматопороиден, свободно лежащие на дне и перекатываемые движением воды [17]



Рис. III.2.8. Тангенциальный разрез *Stromatopora typica* Ros. $\times 12$ (по К. Циттель [36])

Палеоэкология. Строматопороидеи были обитателями тёплой морской среды при нормальной её солёности, наиболее благоприятные условия для их развития существовали в пределах накопления карбонатных фаций. Строматопороидеи развивались в открытом море на небольшой глубине и близости от береговой линии. Оптимальные условия приводили к развитию пластообразных форм. Внутри строматопороидей часто встречаются остатки других организмов – *Rugosa*, *Tabulata* и др., т. е. строматопороидеям свойственно сожительство с другими организмами (комменсализм).

Геологическое значение. Остатки строматопороидей обычно встречаются совместно с кораллами и вместе с ними принимают участие в строении рифов, биостромов и биогермов палеозойских и мезозойских морей. Часто их находят и

вне рифовых образований в пластах известняков. Некоторые из представителей этой группы (*Amphipora*, *Paramphipora*, *Idiostroma*, *Stachyodes*) являются важными породообразователями, полностью слагая пласты и линзы известняков.

Первые строматопоронидеи известны из отложений среднего кембрия. В ордовике они редки, но в силуре и девоне пользуются широким развитием и имеют значение как руководящие формы и рифообразователи. В верхнем палеозое их количество сокращается; в мезозое наблюдается обновление их состава. В конце мела они вымирают.

Группа *Vermes*. Черви. Группа беспозвоночных животных, включающая плоских, круглых, кольчатых червей и немеретин. Это животные с двусторонне симметричным телом, лишённым твёрдого скелета. На одном конце тела обычно имеется ротовое отверстие, на другом – анальное. Конечности чаще всего отсутствуют, лишь у некоторых имеются слабо дифференцированные нечленистые конечности. В ископаемом состоянии встречаются только представители кольчатых червей, чаще сохраняются следы жизнедеятельности червей в виде ходов [28].

Тип Annelida. Кольчатые черви (лат. annulus - кольцо)

Анатомия и морфология. Наиболее высокоразвитые черви. Тело кольчатых червей имеет удлинённую форму и характеризуется внутренней и наружной сегментацией. Число сегментов может достигать 800, в каждом из которых повторяются узлы нервной системы, органы выделения, половые железы. Каждый сегмент несёт боковые отростки – параподии, служащие органами движения. Нервный аппарат складывается из «мозга» - совокупности нервных узлов, пары брюшных стволов. Аннелиды имеют кровеносную систему, кровь движется по сосудам, сердце отсутствует. Органами дыхания служат жабры, расположенные на параподиях, головном или хвостовом отделе. Пищеварительный тракт состоит из перед-

него отдела, средней и задней кишки. Рот, расположенный на переднем конце, ведёт в глотку [8]. Некоторые черви обладают хитиновым челюстным аппаратом в виде зазубренных пластинок (сколенодонтов). Кольчатые черви размножаются половым и бесполом путём. Все мелкие спирально согнутые трубки называют *Spirorbis* [29], а более крупные трубки, длинные и неправильно изогнутые – *Serpula* (лат. serpergo - ползать) (рис. III.2.9).

Экология. Кольчатые черви, животные в основном морские, но среди них есть и солоноватоводные формы и редкие пресноводные. В морях они распространены широко: от приливно-отливной зоны до глубины 11000 м, от приполярных областей – до тропиков. В основном кольчатые черви являются донными животными, и лишь некоторые виды ведут планктонный образ жизни. Донные формы могут быть подвижными или прикрепленными, зарывающимися в грунт или сверлящими донные предметы. Характерной особенностью кольчатых червей является образование трубок разного типа: известковых, хитиновых и т. д. Многие *Terebelloidea* и *Serpuloidea* образуют трубку из ила, скрепленного слизистыми выделениями. У некоторых форм трубка покрывается песчинками, камешками, обломками раковин. Остатки серпулид приурочены к мелководным фациям, так как глубоководные формы червей не имеют твёрдого скелета и, следовательно, не сохраняются в ископаемом состоянии [17].



Рис. III.2.9. *Serpula limax* Goldf. Мел (по К. Циттель [36])

Геологическое значение. В мелководной зоне кольчатые черви образуют массовые поселения до 10 км длиной, плотность поселений может достигать 170 тыс. экземпляров на 1 м². Из всех кольчатых червей только *Serpula* и *Spirorbis* с известковыми трубками, известные в ископаемом состоянии с ордовика, принимают участие в создании новых осадков, и в шлифах в основном встречаются их сечения и обломки. Редко в шлифах обнаруживаются иловые трубки, склеенные из материала окружающего осадка.

Кольчатые черви представляют интерес как породообразователи и компонент карбонатных осадков некоторых фаций. Слои известняка мощностью 2-3 м, сложенные трубками серпулид, известны в мезозое Германии, в нижнем карбоне Англии, в третичных отложениях юго-запада США. Скопления трубок червей иногда составляют ядро, на которое нарастают концентрические слои, образованные остатками колониальных животных, благодаря своей способности прирастать к твердым предметам (кораллы, раковины, камни), трубки становятся значительным компонентом рифовых построек и биотермов. Ордовик — настоящее время.

Тип Conodonta. Конодонты

Класс Conodonta. Конодонты

Отряд Paraconodontida

Анатомия и морфология. Конодонты — это маленькие, от долей миллиметра до 3 мм, клыкоподобные ископаемые, условно относимые к челюстным аппаратам многощетинковых червей или выделяемые в отдельный тип. Конодонтовые элементы являлись скелетными частями ротового аппарата конодонтоносителей (рис. III.2.10).

Внешний вид конодонтов бывает очень разнообразным, по морфологическим признакам они делятся на три группы: простые, сложные и плоские (рис. III.2.11). Конодонты первой группы (протоконодонты) конусовидные формы имеют лишь один главный зубец, который может быть

прямым, либо изогнутым. Сложные конодонты (параконодонты и эуконодонты), помимо главного зуба имеют дополнительно несколько отростков. Плоские (шпательные) конодонты могут иметь ряды маленьких зубчиков или бугорков [20]. Каждый конодонт имеет центр роста, который окружен последовательно налегающими концентрическими ламеллями (шпательками), крайняя из которых определяет внешнюю форму конодонта.



Рис. III.2.10. Рисунок тела конодонтоносителя, найденного в нижнем карбоне Швеции (по К. Weddige [47])

Конодонты имеют окраску в коричневых тонах, в шлифах их цвет может быть коричневатым, желтоватым, бесцветным. Конодонты состоят из концентрических слоёв микросталлического агрегата фтор-апатита, франколита и других минералов апатитового ряда.

Палеоэкология. Конодонты встречаются в разных типах морских отложений и генезиса - от прибрежно-морских до глубоководных абиссальных.



Рис. III.2.11. Различные морфологические типы конодонтов (по К. Weddige [47])

Обильны конодонты в отложениях шельфа, континентального склона и в депрессионных фациях [20]. Конодонтоносители были свободноплавающими пелагическими животными. Многие из них обитали на мелководье с активной гидродинамикой, могли переносить колебания солености, другие, наоборот, жили в спокойной глубоководной среде [3].

Геологическое значение. Большой возрастной интервал распространения конодонтов, их быстрая изменчивость и широкое географическое распространение являются предпосылками к определению конодонтов как одной из самых важных групп фауны, используемой для датирования осадочных горных пород. При помощи конодонтов строятся детальные зональные схемы расчленения отложений палеозоя и триаса и производится корреляция удалённых толщ.

Конодонты могут быть встречены в различных морских отложениях: известняках, доломитах, песчаниках, аргиллитах, кремнях, яшмах и др. Часто определяемые конодонты можно найти в слабо метаморфизованных породах, где другие органические остатки отсутствуют либо сильно изменены [12]. Органогенно-обломочные известняки являются наиболее перспективными породами для извлечения коно-

донтов, ввиду лёгкости их химической дезинтеграции и достаточного содержания в них конодонтов. В кремнистых породах (кремни, яшмы, углисто-кремнистые сланцы и т. п.) содержание конодонтов в несколько раз выше, чем в известняках, но их извлечение сопряжено с трудностями.

Для выделения конодонтов используют различные методы, зависящие от химического состава вмещающей конодонты породы. Для растворения карбонатных пород в основном применяют уксусную (CH_3COOH) и муравьиную (HCOOH) кислоты, терригенные породы, как правило, дезинтегрируют при помощи кипячения с добавлением различных реактивов, из кремнистых пород конодонты извлекаются посредством растворения пород в шавиковой кислоте (HF) [12].

В силуре встречаются рогообразные простые формы и листообразные многозубчатые сложные конодонты. В девоне и карбоне преобладают плоские формы конодонтов. В триасе размеры конодонтов очень незначительны. Конодонты распространены от кембрия до триаса включительно.

Гли Bryozoa. Мшанки (гр. bryon - мох)

Анатомия и морфология. Морские, реже пресноводные беспозвоночные, бентосные, прикреплённые, колониальные организмы. Форма колоний разнообразна: при обитании в зоне активной гидродинамики - массивная, в условиях спокойной воды - ветвистая [8]. У пресноводных мшанок колония состоит из мономорфных зооидов, у морских - из полиморфных особей. Скелет колоний бывает известковым и хитиновым (рис. III.2.12). Особи мшанок, составляющие колонии (зооиды), имеют размеры, не превышающие 1 мм, и помещаются в ячейках пузырьвидной или трубчатой формы. Наружный слой ячейки выделяет студнеобразную или рогоподобную оболочку, которая у многих морских мшанок пропитывается карбонатами кальция и магния. Содержания карбонатов в стенке ячейки у мшанок различны - одни и те же виды могут отличаться различным содержанием рогового ве-

щества CaCO_3 и MgCO_3 в зависимости от того, живут ли они в прибрежной зоне моря или в открытом море. Ячейки, составляющие скелет колонии, отличаются формой у разных групп. У представителей отрядов *Cyclostomata*, *Cystoporata*, *Trepustomata* они имеют характер цилиндрических и призматических трубок, у представителей отряда *Cryptostomata* – грушевидную форму, у мшанок отряда *Cheilostomata* – ячейки ящикообразной формы. Устья ячеек также имеют различную форму. Известковые стенки ячеек пронизаны различными типами пор, при помощи которых осуществлялись газообмен и сообщение между полипидами [17]. Ротовое отверстие находится на переднем конце зооида и окружено щупальцами, пищеварительный тракт состоит из глотки, пищевода, желудка, задней кишки. Нервная система состоит из надглоточного ганглия, окологлоточного кольца и нервов. Кровеносная система отсутствует. Мшанки гермафродиты и размножаются в основном почкованием [8].

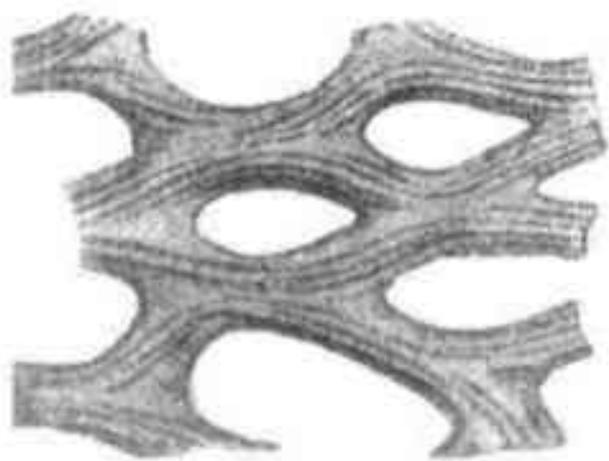


Рис. III.2.12. *Chasmatopora subluxa* (Ultr.) (по К. Циттель [36])

Экология. Морские мшанки известны во всех морях и на всех широтах. Они распространены от прибрежной зоны

до глубины 400-500 м. В приливно-отливной зоне мшанки прикрепляются к твердым скалистыми и грубообломочным субстратам. Это уплощенные колонии, прикрепляющиеся всей нижней поверхностью, обрастающие водоросли и раковины. В сублиторальной зоне, в более спокойных водах, развиваются двусторонне-симметричные, листообразные, сетчатые колонии, прикрепляющиеся нижней частью колонии или корневыми выростами.

Геологическое значение. Ископаемые остатки мшанок встречаются среди разных осадочных пород: известняки, глины и глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, гравелиты и конгломераты. Особенно обильны остатки мшанок в глинистых и аргиллитовых породах, переслаивающихся с детритовыми известняками. Это обусловлено захоронением их на месте обитания в условиях спокойных вод. В тонкозернистых известняках остатки мшанок редки и среди них преобладают массивные полусферические колонии, свободно лежащие на морском дне, и тонкие ветвистые колонии, прикрепляющиеся в одной точке. В песках мшанки практически не сохраняются, исключением являются третичные мшанки, остатками которых часто изобилуют глауконитовые пески. В грубообломочных породах – гравелитах и конгломератах, встречаются плоские колонии, обрастающие гальки, или очень крупные ветвистые и массивные формы, состоящие из нарастающих друг на друга слоев.

Мшанки принимали участие в образовании рифов. На территории СНГ примером мшанковых рифов являются верхнекарбонные и нижнепермские рифы западного склона Урала и Приуралья и неогеновые керченские рифы Крыма [17]. Главными рифообразователями являются сетчатые мшанки отряда *Cryptostomata*, *Trepotomata* (верхний палеозой), *Cheilostomata* (неоген). В ископаемом состоянии мшанки известны с палеозоя.

Тип *Brachiopoda*. Брахиоподы (гр. *brachis* - плечо, *pod* - нога). В современных морях известно около 70 родов.

Анатомия и морфология. Плеченогие морские одиночные двусторонне-симметричные животные, тело которых заключено в двустворчатую роговую или известковую раковину. В последней различают неодинаковые по величине брюшную и спинную створки, которые у части брахиопод соединяются при помощи особых выростов (замков) (рис. III.2.13). Брахиоподы, имеющие эти выросты, относятся к классу замковых, а не имеющие — к классу беззамковых. У замковых плеченогих брюшная створка имеет отверстие (*foramen*), через которое выходит ножка — орган прикрепления к субстрату; у беззамковых — ножка выходит между створками. Для брахиопод характерно наличие парного органа — «рук», нередко имеющих особые скелетные образования — ручной аппарат [29].

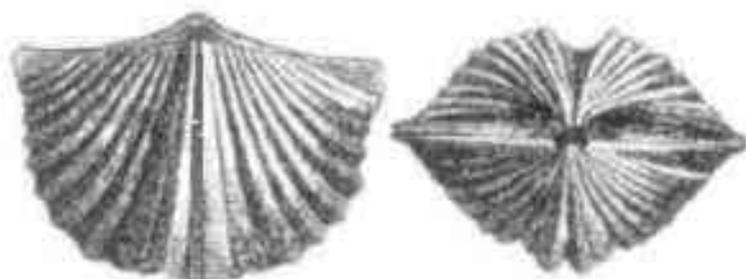


Рис. III.2.13. *Platystrophia lynx* (Eichw.). Нижний силуэт (по К. Циттель [36])

У замковых брахиопод раковина кальцитовая. Известковое вещество створок складывается из двух слоев — первичного и вторичного. Первичный слой состоит из налегающих друг на друга пластинок, в разрезе шлифа имеющих вид длинных косых волокон, направленных под острым углом к поверхности раковины. Вторичный слой может быть волокнистым или призматическим. Волокна одного слоя направлены под углом

к волокнам другого слоя. Двуслойные раковины брахиопод могут быть пористыми и непористыми. У пористых раковин тонкие каналы, направленные под прямым углом к поверхности, пронизывают оба слоя раковины (ринхонеллиды, тербратулиды) или только внешний слой (оргиды). У непористых раковин наблюдаются дополнительные структуры, отражающие скульптурные образования на поверхности створок [17].

У беззамковых брахиопод отсутствует ручной аппарат. Раковины могут быть кальцитовыми либо состоять из чередующихся слоёв кальцита и органического вещества (хитина). Хитиновое вещество в ископаемом состоянии обычно замещается кальцитом, фосфатом, пиритом.

У многих брахиопод раковины снабжены иглами, которые разнообразны по форме, количеству и расположению. У тридулитид цилиндрические иглы могут быть до 5-7 см и неправильно изогнутыми. В шпифах, в поперечном сечении иглы имеют вид колец с широким каналом. Принадлежность обломков любой формы к брахиоподам устанавливается по волокнутому строению хотя бы одного слоя.

Пищеварительная система включает из рот и пищеварительный тракт, состоящий из глотки, желудка и кишечника. Нервная система состоит из одного или двух ганглиев, окологлоточного кольца и нервных стволов. Кровеносная система незамкнутая, развитая слабо, от сердца отходят кровеносные сосуды с бесцветной жидкостью. Размножаются брахиоподы половым путём [8].

Экология. Палеозойские замковые брахиоподы обитали в разнообразных условиях, наиболее благоприятной для них была обстановка неглубокого нормально-солёного моря с хорошей аэрацией и умеренной подвижностью вод. Типичными осадками такой обстановки являются дистригусовые известняки. Большого разнообразия достигают брахиоподы и в других нормально-морских фациях: в известняках рифового комплекса, в мелководных глинистых известняках, в аргилли-

гах и алевролитах. Некоторые формы замковых брахиопод могли существовать в условиях, отличных от оптимальных по солёности, гидродинамическому или газовому режиму. Большинство брахиопод палеозоя и мезозоя обитало на глубинах до 200 м, в третичное время они продвинулись на большие глубины, включая абиссальные. Брахиоподы являются биофильтраторами, питаются частицами органического детрита и микроорганизмами [8].

Беззамковые брахиоподы (*Lingula*) живут в прибрежной полосе на глубине 0-40 м, иногда до 100 м, как при нормальной солёности, так и в условиях сильного опреснения, могут переносить обезвоживание в течение нескольких часов и сильное загрязнение воды разлагающимся органическим веществом, т. е. могут жить при очень низком содержании кислорода у дна водоёма. Обильные остатки лингулы являются показателем крайнего мелководья и опреснения, а при отсутствии другой фауны – пониженного содержания кислорода.

Геологическое значение. Остатки палеозойских брахиопод позволяют детально расчленять вмещающие отложения. Раковины брахиопод и их обломки встречаются в песчаниках, алевролитах, аргиллитах, доломитах, известняках и туфогенных отложениях. Но существенную породообразующую роль они играют только в известняках.

Беззамковые брахиоподы редко бывают породообразующими, но при скапливании в большом количестве образуют фосфатную руду (верхнекембрийские фосфориты Прибалтики). Лингулы являются характерным компонентом фауны угленосных толщ, в состав которых входят солончатые отложения разной степени опреснения (нижняя пермь Воркутского бассейна, средний карбон Донецкого).

Брахиоподы существуют с кембрия по настоящее время, наибольшего расцвета достигли в палеозое, где являются одним из основных компонентов морских фаун. В мезозое брахиоподы становятся однообразней и встречаются лишь в темных фациях. Современных плеченогих около 200 видов.

Тип Mollusca. Моллюски (лат. molluscus – мягкий). Данный тип насчитывает около 115000 современных видов и около 45000 вымерших [8]. Мягкотельные беспозвоночные животные, характеризующиеся двусторонней симметрией тела, у некоторых моллюсков развивается вторичная асимметрия. Тело моллюсков состоит из головы, туловища и ноги. Голова несёт ротовое отверстие, щупальца и пару глаз (у пластинчатожабрных голова отсутствует). Туловище содержит внутренние органы и образует мантию, внешний эпителий которой обладает свойством выделять раковину [23]. Нога является органом движения и представляет собой мускулистый вырост брюшной стенки тела. Раковина у одних классов моллюсков цельная (брюхоногие, лопатоногие, головоногие), у других разделена на две створки (пластинчатожабрные). Раковина состоит из наружного рогового слоя, среднего призматического и внутреннего – перламутрового. Большинство моллюсков – водные животные, преимущественно морские [29].

Класс Bivalvia (гр. bi – два, valva – створка). Двустворчатые (пластинчатожабрные) моллюски. Пресноводные, солопатоводные или морские животные. Подвижные или неподвижные [8].

Анатомия и морфология. Билатерально-симметричные, двустворчатые, водные, донные животные. Мягкое тело заключено в раковину, состоящую из двух створок, соединяющихся при помощи замка и связок (рис. III.2.14). Плоскость симметрии проходит между створками раковины. В отличие от других моллюсков голова редуцирована, и тело состоит из туловища и ноги. На переднем конце тела помещается рот, а на заднем – анальное отверстие. Пищеварительный тракт состоит из пищевода, желудка, печени и задней кишки [8]. Внутренности заключены в мантию, которая разделена на две лопасти – правую и левую. Нога занимает срединное положение и имеет клиновидную форму и служит для ползания,

зарывания и прикрепления. Справа и слева от ноги расположены жаберные полости, которые выполняют функцию газообмена. Большинство пластинчатожаберных или пеллеципод раздельнополы, но имеются и гермафродиты.



Рис. III.2.14. *Sicullaeu glabra* Park. Сенюман (по К. Циттель [36])

Раковина пластинчатожаберных моллюсков (пеллеципод) разделена на правую и левую створки и состоит из трёх слоёв. Наружный слой образован конхиолином (рогоподобное органическое вещество), средний слой слогаается призматическими кристаллами кальцита, а внутренний перламутровый слой, состоит из арагонита. Поверхность раковины может быть гладкой, с лишайми парастания или скульптурированной. Существуют два типа скульптуры: радиальная и концентрическая. Скульптура представлена рёбрами, которые либо расходятся радиально от макушки, либо расположены концентрически параллельно линиям парастания [8].

Экология. Большая часть пелеципод обитает в морских бассейнах, и лишь 20% видов населяет пресные воды. Пелециподы распространены во всех климатических зонах: от тропиков до Арктики и Антарктики, от приливно-отливной зоны до дна океанических впадин 10000 м. Наблюдается большое разнообразие размеров и строения раковин и образа жизни отдельных видов. Самой крупной раковинной (1.4 м в длину) обладает тропическая тридакна, самые маленькие размеры (2-3 мм) имеют некоторые глубоководные виды. Одни двустворки лежат на дне, другие зарываются в осадок либо высверливают норки в деревьях или камнях, плавают, хлопая створками, и т. д. Многие пелециподы могут долгое время (7-14 дней) обходиться без кислорода, другие являются фильтраторами, засасывая и пропуская через себя воду, из которой они извлекают пищевые частицы. В течение часа мидия пропускает через мантийную полость 3 л воды. Продолжительность жизни крупных двустворчатых моллюсков может достигать 15 лет [6].

Геологическое значение. В кембрийских отложениях двустворчатые моллюски имеют плохую сохранность и не играют важной стратиграфической роли. В девоне, карбоне и перми двустворки широко распространены в толщах, обогащённых органическим веществом (битуминозных и угленосных). Для мезозойских и кайнозойских отложений пелециподы имеют большое стратиграфическое и породообразующее значение. Они образуют ракушники, например третичные на юге Русской платформы, используемые как строительный материал. В меловую эпоху пелециподы являлись активными биогермообразователями.

В палеозойских отложениях раковины пелеципод обычно перекристаллизованы до полного исчезновения первичной структуры. В третичных и мезозойских осадках наружный слой раковины обычно не сохраняется, и наблюдаются два слоя: внешний – призматический и внутренний – пластинчатый. Наиболее известные ископаемые рода: *Cryphea*,

Exogyra, Cardiidae. Двустворчатые моллюски известны с кембрия поныне.

Класс *Gastropoda*. Гастроподы, или брюхоногие моллюски (гр. *gaster* - желудок, *podos* - нога). Данная группа моллюсков образует многочисленный, до 85000 современных и 15000 ископаемых видов, класс, имеющий своих представителей в воде и на суше [8].

Анатомия и морфология. Тело гастропод разделено на голову, туловище и ногу, служащую для передвижения. Туловище гастропод асимметричное, и все внутренние органы расположены асимметрично. Гастроподы обладают блюдцеобразной, или спирально завитой раковиной. Спиральная раковина состоит из нескольких оборотов, из которых последний открывается наружу отверстием (апертурой), у некоторых родов прикрывающимся крышечкой (рис. III.2.15). Голова несёт ротовое отверстие и две пары щупалец, служащих органами осязания, у основания одной из пар расположены глаза. На спинной стороне туловища, позади головы, имеется внутренностный мешок, содержащий внутренние органы: пищевод, желудок, печень, кишку. Дыхание жаберное или лёгочное [29]. У пелагических гастропод сформированы специальные органы передвижения – производные ноги или мантии. Полупассивное передвижение осуществляется за счёт накопления в печени животного пузырьков газа [9].

Экология. Представители класса гастропод живут в морях, пресных водоёмах и на суше. Водные гастроподы - в основном донные животные, хотя часть являются пелагическими организмами. Глубже 100 м количество гастропод уменьшается, но некоторые формы живут на глубинах 10687 м, обитают в полярных морях, тропиках и даже в горячих источниках с температурой воды 53⁰С. Среди гастропод известны травоядные и хищные.

Геологическое значение. Появляются в раннем кембрии, в юре возникли первые представители пресноводных брюхоногих. Иногда гастроподы играют большую роль как

породообразователи, образуя гастроподовые известняки в результате скопления раковин.



Рис. III.2.15. *Murchisonia demidovi* Vern. Нижний девон (по К. Циттель [36])

Класс Cephalopoda. Головоногие моллюски. Самые высокоорганизованные морские моллюски. Число современных видов около 650, число вымерших превышает 10000 [8]. Тело двусторонне-симметрично с обособленной головой и с щупальцами вокруг рта, которые служат для ловли пищи и движения. Тело головоногих моллюсков покрыто мантией. Раковина наружная или внутренняя. Характерной особенностью головоногих является сифон (трубчатое образование, пронизывающее все перегородки раковины), при помощи которого камеры раковины сообщаются друг с другом [40]. Пищеварительный тракт начинается ртом, снабжённым роговыми челюстями в виде клюва, в глотке имеется тёрка (радула), за глоткой следует пищевод, затем желудок, печень, тонкая кишка, толстая кишка [8]. Многие головоногие имеют «чернильную» железу, вырабатывающую «чернильную» жидкость. Кровеносная система хорошо развита, имеется сердце, кровь голубого цвета, так как вместо гемоглобина содержит гемоцианин, в состав которого входит медь. Органы дыхания представлены двумя или четырьмя жабрами, находящимися в мантийной полости [17]. Головоногие моллюски раздельнополы. Известны с позднего кембрия – поныне [40].

Подкласс Ammonoidea. Аммониты

Анатомия и морфология. Вымершие внешераковинные головоногие моллюски. Обладали раковиной, большей частью завитой в плоскую или коническую спираль. Стенки раковин состоят из арагонита, кальцита и конхиолина. Обычно раковины аммонойд бывают перекристаллизованы, а все слои замещены кальцитом, поэтому для определения этой группы в шлифах важна не столько структура стенки, сколько контуры сечения раковины. С поверхности раковина может быть гладкой, украшенной рёбрами (рис. III.2.16), шипами и т. д.



Рис. III.2.16. *Ceratites nodosus* Brug. (по К. Циттель [36])

Раковина аммонойд разделена перегородками на камеры. В первой от устья камере помещалось тело животного, прикреплявшееся к ней мускулами и краем мантии. Через остальные, наполненные газом камеры проходил тяж с кровеносными сосудами - сифон. Перегородки представляли собой

изогнутую пластину и прикреплялись к раковине по поперечной линии (сутуре). Раковины самцов и самок различаются формой и числом оборотов [8].

Палеоэкология. Аммоноидеи - морские животные, являющиеся нектонно-бентическими организмами, т. е. они свободно передвигались в толще воды, но держались у дна, где добывали пищу. Аммоноидеи были хищниками. Предпочитали жить в заливах и бухтах со спокойным гидродинамическим режимом. И лишь в мезозое область их обитания расширилась: аммоноидеи заселили открытые эпиконтинентальные моря и приспособились жить на значительных глубинах [17].

Геологическое значение. Благодаря всемирному распространению и обилию форм аммоноидеи - одна из самых важных групп руководящих ископаемых, позволяющая с большой точностью определять геологический возраст содержащих их отложений. Аммоноидеи породообразователями не являются, но иногда слагают пласты и линзы, состоящие из целых раковин и их обломков. Аммоноидеи известны с девона, но наибольшего разнообразия достигли в триасе и юре, вымерли в конце мела.

Класс Tentaculita. Тентакулиты (лат. tentaculum - щупальце)

Анатомия и морфология. Вымершие беспозвоночные животные, обладавшие конической известковой раковиной длиной от долей миллиметра до 70 мм, прямой или слабоизогнутой, поверхность которой была гладкой либо покрыта кольцевидными рёбрами, с округлым сечением, заканчивающимся на остром конце вздутой или заострённой начальной камерой [29]. Ближе к верхушке раковины иногда имелись поперечные перегородки, делящие раковину на ряд изолированных камер. Наружная скульптура раковин позволяет выделять среди тентакулитов рода и семейства (рис. III.2.17). Например, однослойные стенки без наружного орнамента ха-

рактены для *Stilolina*, однослойные волнистые стенки для *Vriatelia* [17].

Палеоэкология. Тентакулиты – морские животные, вели бентосно-планктонный и планктонный образ жизни, встречаются в различных фациях [8].



Рис. III.2.17. Отряд *Homocotenida* (по В.В. Друшину)

Геологическое значение. Распространены от силура до девона, испытали расцвет в среднем девоне, где раковины тентакулитов часто слагают пласты известняка.

Тип Arthropoda. Членистоногие (гр. *arthro* - сочленять, *podos* - нога). Наиболее многочисленный тип животных, насчитывающий около 1 млн. видов [8]. Беспозвоночные животные, обладающие двусторонне-симметричным телом, заключенным в хитиновый или обызвествлённый панцирь, выделяемый поверхностью тела. Для членистоногих характерно сегментированное тело с парными членистыми конечностями, число сегментов от 8 до 180. Дышат трахеями или жабрами. Обитают в морях, пресных водах, на суше, в любой климатической зоне. Известны с протерозоя (первые находки – везд Австралии) [29].

Класс *Crustacea*. Ракообразные. Беспозвоночные с хитиновым панцирем, покрывающим тело и состоящим из сегментов (от 10 до 50). Тело делится на голову, грудь и брюшко. Голова иногда сливается с члениками груди, образуя головогрудь. У большинства ракообразных конечности специализированы и несут различную функцию. Впереди находятся две пары конечностей, служащих органами чувств, далее следуют три пары конечностей, преобразованных в челюсти. Все эти

пять пар конечностей находится в области головы, состоящей из пяти слившихся сегментов. Остальные конечности, отходящие от сегментов груди и брюшка, приспособлены для движения и дыхания. Каждая такая конечность имеет основную часть и две ветви — наружную и внутреннюю. Наружная ветвь служит для дыхания и плавания, а внутренняя для хождения. Первая система построена по типу брюшной нервной цепочки. Пищеварительная система состоит из сердца и системы сосудов [8]. Ракообразные раздельнополы, проходят стадию личинки. Они обитатели морских, пресных вод и суши. Для геолога представляют интерес те из них, которые обладают панцирем, способным сохраняться в ископаемом состоянии. Известны с кембрия.

Подкласс Ostracodoidca. Остракоды (гр. ostrakon - раковина)

Анатомия и морфология. Это мелкие (0,5-50 мм) водные ракообразные, встречающиеся в пресных и солёных водоёмах. В большинстве случаев донные животные, планктонные формы есть только у представителей одного подотряда. Остракоды характеризуются наличием двустворчатой раковины, состоящей из хитина или углекислого калия (рис. III.2.18). Раковина остракод в отличие от раковины моллюсков не имеет линий нарастания [15]. Тело не сегментировано несёт от одной до трёх пар конечностей. Кровеносная система отсутствует. Пищеварительный тракт состоит из пищевода, желудка и задней кишки. Органами дыхания у остракод являются жаберные придатки. Первая система состоит из надглоточного и подглоточного узлов и брюшной цепочки [15]. Размножение остракод происходит половым путём [8]. Формы раковины разнообразны: округлая, вздутая, удлинённая. На поверхности часто имеется скульптура в виде сеток, бугорков, ямок. Одним из определяющих элементов скульптуры является медиальная борозда, расположенная в центральной или средней части раковины, она является местом прикрепления замыкающих мускулов, проходящих поперёк створок.

Створки раковины соединяются при помощи эластичного тяжа.

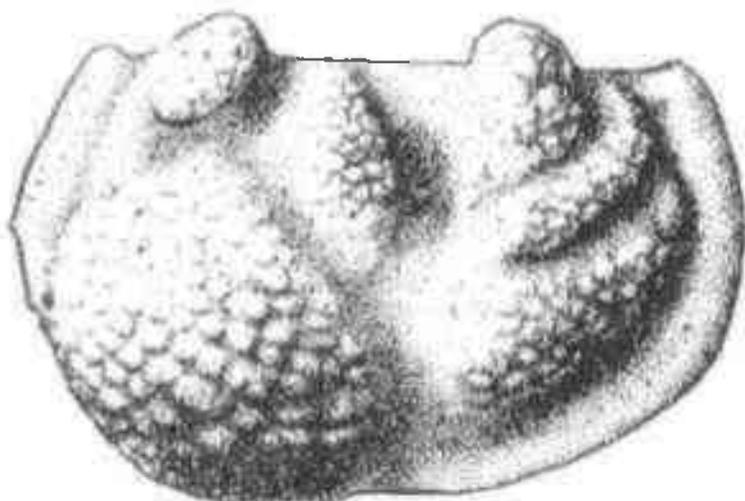


Рис. III.2.18. *Beurichina*. Силур – средний девон (по В.В. Друшину [8])

Остракоды в шлифе можно узнать по форме створок и по внутренней структуре стенок. Обычно в шлифе присутствуют разрозненные створки. Внутренняя структура fossilизированных раковин остракод характерна оптически единообразной ориентировкой кальцита.

Экология. Остракоды бывают бентонные и планктонные. Живут в различном диапазоне температур 2-30⁰С и солёности 17-55 ‰ [17], т. е. могут жить в морях и пресноводных бассейнах. Встречаются на поверхности воды до глубины несколько тысяч метров. Остракоды могут свободно плавать, либо передвигаться по дну или водным предметам. Питаются водорослями, детритом [15].

Геологическое значение. Остракоды - важная руководящая группа ископаемых. Отложения ордовика и силура Прибалтики, Урала и Сибири достаточно полно охарактери-

званы остракодами, девонские отложения содержат богатую фауну остракод, по которой дана детальная стратиграфия девона Волго-Уральской области, центральных районов Русской платформы и Кузбасса. Большое значение имеют остракоды для стратиграфии верхней перми Русской платформы и Кузбасса. Остракоды можно встретить не только в карбонатных породах, но и в песчано-глинистых отложениях, что повышает их роль как руководящих окаменелостей [15]. Раковины остракод иногда образуют большие скопления – ракушники и являются породообразователями. Различная ориентировка раковин остракод на плоскостях напластования осадочных отложений является показателем направления течений в бассейне седиментации: узкий конец раковин указывает направление течения [15]. Известны с ордовика, пресноводные формы появились в девоне.

Тип Echinodermata. Иглокожие (гр. echinos - ёж, dermatos – кожа). Прикреплённые, свободноподвижные или зарывающиеся в грунт беспозвоночные. С радиальной пятилучевой симметрией, распространяющейся как на наружные признаки, так и на внутренние органы. Иглокожие обладают амбулякральной системой. Амбулякральная система служит у иглокожих для движения, дыхания, осязания, состоит из пяти радиальных каналов, наполненных жидкостью [8].

Нервная система иглокожих состоит из околоротового кольца и отходящих от него радиальных нервов. Пищеварительная система включает пищевод, желудок, кишечник и заднюю кишку. Рот у свободноподвижных иглокожих обычно расположен на брюшной стороне, обращённой к дну моря, на противоположной стороне расположено анальное отверстие. Кровеносная система состоит из системы лакун, соединённых каналами [8]. Размножение происходит чаще половым путем с личиночной стадией, но существует и бесполое размножение при помощи деления.

Иглокожие характеризуются наличием кальцитового скелета, состоящего из сросшихся между собой пластинок с ичеисго-сетчатой микроструктурой. К элементам скелета относятся также иглы и педицеллярии, служащие для захвата добычи и защиты. Существует зависимость между количеством углекислого магния в скелете и температурой воды. Чем севернее, тем меньше наблюдается солей магния. Каждый отдельный элемент (шип, членик, пластинка), за исключением голотурий, отвечает минералогически и оптически одному целому кристаллу кальцита. Оптическая ось проходит параллельно оси шипа, иглы или членика и перпендикулярно плоскости пластины.

Тип иглокожих делится на пять классов: морские лилии (криноидеи), морские ежи, голотурии, морские звёзды и офиуры. Представители этих классов очень отличаются друг от друга по форме тела и скелета. Тело иглокожих – от нескольких миллиметров до 5 м, имеет форму пятилучевой звезды (морские звёзды и офиуры), цветка (морские лилии), мешка, шара (правильные морские ежи), диска, сердца (неправильные морские ежи), червя (голотурии).

Среди иглокожих есть хищники, илоядные и растительноядные формы и формы, питающиеся планктоном.

Все иглокожие морские животные, обитающие от приливо-отливной зоны до максимальных глубин океанических впадин (10000 м). Они чувствительны к понижению солёности, в то же время, повышение солёности переносятся ими легко. В ископаемом состоянии иглокожие известны с венда, а важными пороодообразователями они становятся с ордовика по настоящее время [29].

Класс Crinoidea. Морские лилии или криноидеи (гр. *krinon* – лилия)

Анатомия и морфология. Большинство морских лилий – прикрепленные донные животные. Тело состоит из чашечки, стебля и корня (рис. III.2.19). Чашечка сложена срос-

написаны между собой табличками и сверху прикрыта крышечкой. В чашечке заключены внутренние органы криноидей, и прикреплены пять рук, служащих для сбора пищи. Пищей криноидеям служат планктонные организмы и детритовые частицы [8]. Ротовое отверстие расположено посредине крышечки, анальное - в стороне от центра. От основания чашечки отходит стебель, состоящий из известковых члеников, пронизанных осевым каналом, и прикрепляющийся корневыми разветвлениями к субстрату. Криноидеи раздельнополы, оплодотворение яиц происходит в воде.



Рис. 112.19. *Woodocrinus macrodactylus* de Kon. (по К. Циттель

Состоящий из множества различных пластинок скелет криноидей после смерти животного легко рассыпается на отдельные элементы, так что в шлифах встречаются разрозненные членики стебля и пластинки чашечки. Реже можно увидеть обломок стебля, состоящий из нескольких члеников, сохранивших связь. Членики криноидей в центре имеют осевой канал, не заполненный или заполненный ячеистой микроструктурой иного вида, нежели окружающая его структура.

В поперечном сечении членики криноидей чаще всего бывают круглыми, но могут иметь также прямоугольные, треугольные и шестиугольные очертания. Сечение осевого канала у каменноугольных и пермских лилий всегда круглое, а у девонских может быть разнообразных форм: звёздчатым, пятиугольным, треугольным, в виде восьмёрки, круглым.

Экология. Морские лилии живут в морях нормальной солености во всех широтах и на всех глубинах: от приливно-отливной зоны до ультраабиссали (9700 м). При этом стебельчатые лилии обитают главным образом на больших глубинах, а лилии, лишённые стебля, предпочитают более мелкие воды. В тёплых водах обитают криноидеи с массивной чашечкой, иногда снабжённой шипами [8]. Криноидеи бывают неподвижно прикреплёнными, свободно лежащими и подвижными. Лилии, живущие на мягких илах, прикрепляются тонкими корешками, которые играют роль якоря [17].

Геологическое значение. Начиная с ордовика и по карбон криноидеи являются массовыми породообразователями, в перми их количество резко сокращается, в мелу и третичное время они становятся редкими. Наиболее часто встречаются в известняках. Ордовик – ныне.

Класс Echinoidea. Морские ежи

Анатомия и морфология. Морские ежи – свободно передвигающиеся по дну животные, имеющие скелет сердцевидной, сферической или конусовидной формы, который покрыт иглами (рис. III.2.20). После гибели животного скелет обычно распадается на составные части [29].

Иглы морских ежей могут быть разделены на три группы по своей внутренней микроструктуре в поперечном сечении: 1) равномерно ячеистая микроструктура без резкого радиального расположения сетки; 2) радиальная сетчатая микроструктура с ячейками, увеличивающими размер от центра к периферии; 3) радиальная микроструктура с септами утолщённых пластин, расходящихся от оси иглы. Первые две группы игл часто встречаются у палеозойских представителей морских ежей.



Рис. III.2.20 *Tetracidaris reynesi* (по К. Циттель [36])

Рог у большинства («правильных») морских ежей расположен в центре нижней стороны панциря, анальное отверстие — в середине верхней его стороны. У «неправильных морских ежей» рог смещён к переднему краю, а анальное отверстие — к заднему верхнему [8]. Морские ежи передвигаются при помощи амбулякральных ножек и игл. Дыхание происходит при помощи кожных жабр, расположенных вокруг рта. Морские ежи раздельнополы.

Экология. Морские ежи живут на разных глубинах от сублиторали до абиссали. Некоторые морские ежи высверливают норки в твёрдом субстрате, например в рифовом известняке, другие закапываются в осадок и передвигаются в нём, являясь илоедами, такие морские ежи обладают толстым панцирем.

Геологическое значение. В ископаемом состоянии морские ежи известны с силура, многие виды являются руководящими формами. В отложениях нижнего и среднего палеозоя морские ежи редки, в карбоне многочисленны, в перми, триассе, нижней и средней юре почти не встречаются. В верхней юре и мелу морские ежи обильны, а в палеогене и неогене их количество снова уменьшается. Территориально морские ежи тяготеют к западным и южным областям СНГ [17].

Для юры и мела морские ежи имеют большое стратиграфическое значение, в некоторых случаях остатки ежей бывают породообразующими. Так, например, в известняках среднего и верхнего карбона Русской платформы, Донецкого бассейна и Урала скопления обломков игл и панцирей морских ежей иногда образуют целые прослои.

III.3. Следы жизнедеятельности организмов

Stromatolithi. Строматолиты

Морфология и условия образования. Литифицированная седиментационная карбонатная структура, нарастающая от точки или поверхности. Состоят из серии слоёв органического материала, в основном остатков синезелёных водорослей или бактерий. По форме структур строматолиты могут быть с радиальным распределением слоёв, слоями с раздувами (рис. III.3.1), ступчатой структурой, с наличием пустот и каналов. Строматолиты могут образовывать непрерывные слои значительного протяжения либо изолированные формы. Чаще всего образуются на иловых полях приливной зоны.



Рис. III.3.1. Строматолиты; x28

Геологическое значение. В осадках являются показателем мелководной и среды с активной гидродинамикой. Известны с докембрия.

Oncolithi. Онколиты

Морфология и условия образования. Под этим термином подразумеваются округлые и эллипсоидные известковые желваки. Состоят онколиты из ядра и окружающих его оболочек неясноконцентрического строения, образованных облегающими ядро слоями разной структуры, которые считаются постройками синезелёных водорослей и выглядят, как чередование тёмных и светлых слоев (рис. III.3.2).



Рис. III.3.2. Онколиты; x28

Онколиты являются неприкрепленной формой, которая может свободно перемещаться. В зависимости от строения выделяют три типа онколитов: 1) онколит с диаметрально противоположным расположением оболочек, 2) нерегуляр-

ным расположением оболочек, 3) концентрическим расположением шаровых оболочек. Строение онколитов обусловлено их генезисом. Существуют также дискоидальные онколиты со слоями, нарастающими в экваториальной плоскости диска. Ядром является обломок раковины, породы и т. п. Современные онколиты образуются в зонах бассейнов с мелководной подвижной средой, как в морской, так и в пресной воде.

Геологическое значение. В осадках являются показателем мелководной и подвижной среды. Известны с протерозоя.

Microcoprolites. Копролиты

Морфология и условия образования. Копролитами называют окаменевшие экскременты бентоса, сложенные из карбонатов (в основном арагонита) и органического вещества. Характеризуются эллипсоидальными формами, размером до 1.3 мм (рис. III.3.3).

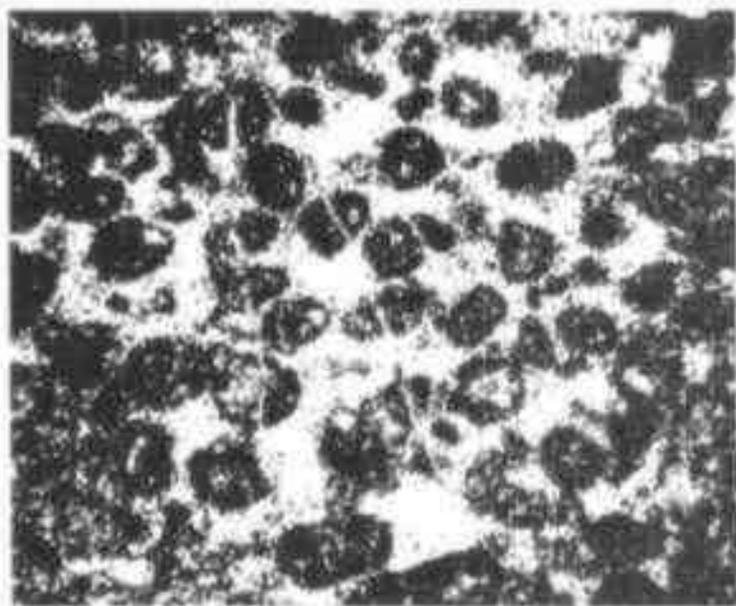


Рис. III.3.3. Копролиты; x28

В морях нормальной и пониженной солёности наиболее распространены овальные копролиты с округлым поперечным сечением. В водоемах с повышенной солёностью встречаются фекалии в виде цилиндрических палочек, иногда изогнутых.

Геологическое значение. Ископаемые копролиты встречаются в различных типах известняков, но в известняках открыто-морских фаций, они являются второстепенным компонентом породы, образуя скопления в норках илюедов. В мелководных условиях, особенно в спокойной гидродинамической обстановке, копролиты слагают целые слои известняка мощностью до 6 м (Московская синеклиза, Кузнецкий бассейн, юго-западная Англия). Макроскопически копрогенные известняки являются тонкозернистыми или сливными.

От сгустков водорослевого происхождения копролиты отличаются следующими признаками: 1) размер водорослевых сгустков колеблется в широком диапазоне, а величина копролитов варьирует в узких пределах; 2) копролиты имеют правильную форму, а сгустки могут быть неправильной формы; 3) внутри водорослевых сгустков наблюдаются пустоты или обломки фауны, а копролиты всегда однородны. Известны с докембрия.

Заключение

Данная книга является информационным изданием по проблемам классификаций осадочных пород, микропалеонтологических остатков, палеоэкологическим и фаціальным вопросам, ориентированным на геологическую аудиторию исследователей, изучающих осадочные толщи.

Прикладное значение этой книги состоит также в возможности использовании её как учебного пособия студентами и аспирантами геологических специальностей. В связи с этим, автором предлагается ряд вопросов для самопроверки по основным пунктам.

Вопросы для самопроверки

Глава I

1. Определение систематических категорий: тип, класс, отряд, семейство, род, вид
2. Назовите способы изучения микрофоссилий
3. Назовите абиотические факторы, которые влияют на распространении микроорганизмов в биосфере и сохранность их остатков

Глава II

1. Понятия «фация», «микрофация», «литобиоимикрофация»
2. Карбонатные породы, их роль в седиментогенезе и прикладное значение
3. Какие существуют классификации карбонатных пород?
4. Назовите наиболее известные отечественные и зарубежные классификации карбонатных пород
5. Дайте характеристику классификации Хворовой
6. Какой по своему типу является классификация Данхема?

Глава III

1. Показателем чего является присутствие водорослей в породах?

2. Какие типы простейших имеют важное геологическое значение?
3. Чем отличаются известковые и кремневые губки?
4. Для стратиграфии какого геологического времени, археоциаты являются руководящей фауной?
5. Чем отличаются табуляты от шестилучевых кораллов?
6. Геологическое значение строматопоронидей
7. Как называется челюстной аппарат кольчатых червей?
8. Назовите морфологические типы конодонтов
9. Геологическое значение конодонтов и время их распространения
10. Назовите максимальную глубину расселения мшанок
11. Какой орган отсутствует у беззамковых брахиопод?
12. Назовите наиболее геологически значимые классы моллюсков?
13. К какому типу относятся остракоды?
14. Что такое «морские линии»?
15. Какую функцию выполняет амбулякральная система?
16. Назовите классы типа иглокожих
17. С какого геологического времени известны морские ежи?
18. Что такое «строматолиты»?
19. Показателем какой среды являются онколиты?
20. Чем отличаются копролиты от сгустков водорослевого происхождения?

В настоящей книге показано, как с помощью комплексных исследований литологии пород и сопутствующей биоты достигается детализация реконструкций условий образования осадка. Структура осадка позволяет со значительной достоверностью определить динамику осадконакопления. Биологическая составляющая породы, элементарные наблюдения над составом биопекозов, их вариации, а также прижизненные взаимоотношения между различными организмами (обрастание, форма колоний организмов), условия захоронения в осадке представляют дополнительные сведения о ди-

намике среды обитания, о глубинах образования осадка, наличии перерывов и размывов. Совмещенные литологические и палеонтологические данные позволяют составить представление о солёности и освещённости воды, их вариациях в определенной части последовательности.

Наличие связей между фаціальным составом пород, органическими составляющими и их структурным положением, является важным аспектом для решения задач промышленной геологии, фаціального анализа и палеотектоники, в частности, для палеотектонических построений.

Книга издана при поддержке Фонда содействия отечественной науке.



Литература

1. Агарков Ю.В. Радиолярии, диатомовые водоросли и углеводородный потенциал нефтематеринских пород//Радиоляриология на рубеже тысячелетий: итоги и перспективы. СПб.; М., 2000. С. 10–11.

2. Афанасьева М.С., Амон Э.О. О некоторых особенностях биогеографии радиолярий // Ежегодник ИГГ УрО РАН–2003. Екатеринбург, 2004. С. 3-9.

3. Барсков И.С. Конодонты в современной геологии // ВИНТИ, Общая геология, 1985. Т. 19. С. 93-221.

4. Байкучкаров А.Г. Кораллы франских отложений западного склона Южного Урала//Биостратиграфия девона и карбона Урала. Уфа: БНЦ УрО АН СССР, 1988. С. 28-29.

5. Бородкин С.О. Экологические особенности химического состава морского планктона//Химия морей и океанов. М.: Наука, 1995. С. 223–240.

6. Голиков А.Н. О некоторых закономерностях процессов роста и продукции у морских моллюсков в различных ландшафтно-географических зонах//Моллюски, их система, эволюция и роль в природе. Л.: Наука, 1975. С. 94-97.

7. Горгулевская Е.И. Палеогеновые кокколитофориды юго-восточных Ергеней//Ископаемые водоросли СССР. М.: Наука, 1967. С. 90-93.

8. Друшиц В.В. Палеонтология беспозвоночных. М.:

12. Иванов К.С. Методы поисков и выделения конодонтов. Свердловск: ИГГ УрО РАН, 1987. 117 с.

13. Ильин В. Микроскопическое строение подмосковных каменноугольных известняков//Bull. Soc. Natur de Moscou. М., 1911. № 1-3. Проток. 11-12. С. 11-14.

14. Максимова С.В. Очерки по прикладной палеозоологии. М.: Наука, 1984. 84 с.

15. Мандельштам М.И., Шнейдер Г.Ф. Ископаемые остракоды СССР//Тр. ВНИГРИ. Л., 1963. Вып. 203. 328 с.

16. Маслов В.П. Ископаемые багряные водоросли СССР и их связь с фациями//Тр. ГИН АН СССР. Геол. сер., 1962. Вып. 53. 218 с.

17. Маслов В.П. Атлас породообразующих организмов. М.: Наука, 1973. 265 с.

18. Основы палеонтологии. Общая часть. Простейшие/Раузер-Черноусова Д.М., Фурсенко А.В. М.: АН СССР, 1959. 482 с.

19. Петрографический словарь. М.: Недра, 1989. 590 с.

20. Петросьянц М.А., Овнатанова Н.С., Мусина Г.В. Микрофоссилии в геологической практике: их роль в определении обстановок древнего осадконакопления//ВИНИТИ, общая геология, 1990. Т. 27. 160 с.

21. Пилосова О.Э. Сравнительная характеристика классификаций карбонатных пород//Тезисы докладов третьего Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 1998. С. 72-75.

22. Погромская О.Э. Литобиомикрофаии карбонатных пород верхнего девона Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 282 с.

25. Практическое руководство по микрофауне СССР. Радиолярии палеозоя. Л.: Недра, 1988. Т. 2. 231 с.
26. Цустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. В 2 т. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1940. Т. 2. 420 с.
27. Рухин Л.Б. Основы литологии. Л.: Гостоптехиздат, 1953. 672 с.
28. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов. СПб: Недра, 1998. 352 с.
29. Султанов К.М. Краткий палеонтологический словарь. Баку: АН Азербайджанской ССР, 1961. 210 с.
30. Теодорович Г.И. К терминологии карбонатных пород//Проблемы советской геологии. 1935. № 8. 784 с.
31. Теодорович Г.И. К систематике карбонатных образований по структурным признакам//Изв. АН СССР. Серия геол., 1941. № 1. С. 39-75.
32. Теодорович Г.И. Литология карбонатных пород палеозоя Урало-Волжской области. М.; Л.: АН СССР, 1950. 215 с.
33. Теодорович Г.И. О структурной классификации известняков//Изв. АН СССР. Сер. геол., 1968. № 7. С. 72-84.
34. Хворова И.В. История развития средне- и верхнекаменноугольного моря западной части Московской синеклизы. М., 1953. 220 с. (Тр. ПИН АН СССР. Вып. 43).
35. Хворова И.В. Атлас карбонатных пород среднего и верхнего карбона Русской платформ. М.: АН СССР, 1958. 170 с.

39. Швецов М.С. Петрография осадочных пород. 3-е изд., перераб и доп. М.: Госгеолтехиздат, 1958. 416 с.

40. Шиманский В.Н., Кабанов Г.К. Некоторые актуальные вопросы изучения ископаемых головоногих моллюсков//Ископаемые головоногие моллюски. М.: Наука, 1985. С. 5-18.

41. Шуйский В.И. Классификация и номенклатура карбонатных пород//Геологическая съёмка в районах развития органогенных построек. Л.: Недра, 1982. С. 248-253.

42. Dunham R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture/Classification of Carbonate Rocks. (ed. by W.E. Ham)/Mem. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1962. P. 108-121.

43. Embry A.F., Klovan J.E. A late Devonian reef traction north-eastern Banks Island, Northwest Territories//Bull. Can. Petrol. Geol., 1971. V. 19. P. 730-781.

44. Flugel E., Microfacies analysis of limestones. Berlin-Heidelberg-New York, (Springer-Verlag), 1982. 633 p.

45. Folk R.L. Practical petrographic classification of limestones//Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1959. V. 43. P. 1-38.

46. Folk R.L. Spectral subdivision of limestones types//Classification of carbonate rocks a symposium/Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1962. P. 62-84

47. Ziegler W., Weddige K. Zur Biologie, Taxonomie und Chronologie der Conodonten//Palaentologische Zeitschrift, 1999. P. 1-38.