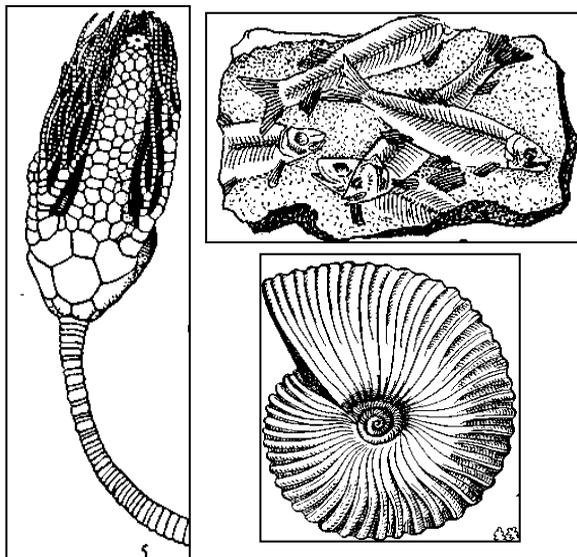


# ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО ГЕОЛОГИИ (основы палеонтологии)



Карачаевск 2004

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Карачаево-Черкесский государственный университет

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ  
ПО ГЕОЛОГИИ  
(ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ)**

Учебно-методическое пособие



Карачаевск 2004

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Карачаево-Черкесского государственного университета

Лабораторные занятия по геологии (основы палеонтологии).  
Учебно-методическое пособие для студентов II курса отделения  
географии естественно-географического факультета. – Карачаевск:  
КЧГУ, 2004. – 149 с.

Учебно-методическое пособие по геологии содержит основы палеонтологии. В систематическом порядке (по типам) дано описание основных групп животных прошлых геологических эпох. Каждое лабораторное занятие подробно разработано: помимо основных теоретических сведений имеются контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы.

Предназначено студентам географических специальностей вузов.

Составитель: П.А. Кипкеева

Рецензенты: В.И. Жуган, геолог, директор музея минералов,  
руд и самоцветов «Удивительное в  
камне» (Геберда),

Ю.Я. Потапенко, д. г-м. н., проф., (КЧГУ)

© Карачаево-Черкесский государственный университет  
2004

## ВВЕДЕНИЕ

Пособие составлено в соответствии с программой по курсу «Общая геология» для студентов отделения «География» естественно-географического факультета КЧГУ.

При его составлении использовалось:

- 1) Давиташвили Л.Ш. Курс палеонтологии (1949);
- 2) Немков Г.И., Левицкий Е.С., Вахрамеев В.А. и др. Краткий курс палеонтологии (1978);
- 3) Бондарев В.П. и Сербаринов А.Е. Практикум по геологии с основами палеонтологии» (1980);
- 4) Музафаров В.Г. Основы геологии (1979);
- 5) многолетний опыт работы д. г.-м. н. проф. Потапенко Ю.Я. (чтение лекций, проведение лабораторно-практических занятий, полевые геологические маршруты) со студентами естественно-географического факультета КЧГУ.

Коллекции ископаемой фауны, изучаемые на занятиях собраны проф. Ю.Я. Потапенко и геологом Урупского ГОКа В.И.Жуганом.

По учебному плану на предмет геологии на I курсе (II семестр) отводится 32 часа лекционных, 32 ч. - лабораторных занятий, и 66 ч. - самостоятельной работы.

Лабораторный практикум содержит 15 подробно разработанных тем, содержащих основы палеонтологии. В нём охарактеризован органический мир прошлых геологических эпох. В систематическом порядке (по типам) дано описание основных групп животных.

В отличие от предыдущих пособий к лабораторным занятиям, в настоящем, каждая тема лабораторной работы, помимо основных теоретических сведений сопровождается контрольными вопросами, для самопроверки и заданиями для самостоятельной работы.

Автор выражает благодарность д. г.-м. н., профессору, председателю Северо-Кавказской региональной межведомственной стратиграфической комиссии Ю.Я. Потапенко, за предоставленную литературу, личные материалы по геологии Кавказа и за оказанную помощь в разработке лабораторных занятий для всего курса геологии с I по III семестры.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 (2 ч)

**Тема: Палеонтология и её задачи.**

**Цель:** дать общие сведения о палеонтологии и её основных задачах, рассмотреть историю возникновения палеонтологии как науки.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемой фауны и флоры.

**План.**

1. Понятие о палеонтологии и её задачах.
2. Краткие исторические сведения.

### ***1. Понятие о палеонтологии и её задачах.***

*«Материал палеонтолога, сухой и безжизненный, при близком знакомстве с ним оказывается занимательным почти для любого человека, обладающего хотя бы минимальным интересом к природе».*

*Академик Ю. А. Орлов*

**Палеонтология** — наука об органическом мире геологического прошлого. Объектом ее изучения служат как животные, так и растения, и поэтому палеонтология подразделяется на ***палеозоологию и палеоботанику***. Целью палеонтологии является всестороннее изучение некогда живших организмов с выяснением: 1) их строения (морфологии) и систематики, 2) распределения в пространстве и во времени (распределения в слоях Земли), 3) путей и закономерностей эволюции, 4) образа жизни и среды обитания. Все эти задачи взаимосвязаны. Так, изучение морфологии не является самоцелью, а связано с систематизацией организмов. Строго научную систему нельзя построить без изучения эволюции, а историческое развитие групп животных и растений нельзя понять без знания последовательного расположения их остатков в слоях и влияния факторов среды на организмы. Образ жизни тесно связан с морфологией существ, и последняя может быть

объяснена в связи с образом жизни, при морфофункциональном анализе. Конечной и важнейшей задачей является познание эволюции органического мира в истории Земли.

Будучи биологической наукой, палеонтология тесно связана с учением о современных организмах. С одной стороны, палеонтология черпает из этого учения сведения, без которых невозможно изучать вымершие организмы по фрагментарным остаткам; с другой— она помогает познавать современный мир животных и растений, отвечая на многие общебиологические вопросы о путях и причинах развития органического мира, так как лишь палеонтология располагает документами эволюционного процесса, находящимися в хронологическом порядке в тех или иных отложениях.

Изучение вымерших организмов сыграло большую роль в возникновении и развитии эволюционного учения, а также в формировании научного материалистического мировоззрения.

Особенностью палеонтологии, резко отличающей ее от всех других биологических дисциплин, является то, что она изучает организмы ископаемых по неполным остаткам, их развитие и распространение, широко используя данные науки о Земле. Поэтому палеонтология теснейшим образом связана с геологией, она находит свое практическое применение прежде всего в геологии. С момента возникновения и до настоящего времени палеонтология развивалась неразрывно с геологией и во многом обусловила ее успехи. Введение палеонтологического метода произвело настоящую революцию в геологии в начале 19 века. «В самом деле, — писал наш выдающийся палеонтолог академик А. А. Борисяк, — только когда Кювье доказал, что окаменелости в различных пластах различны (а этим были заложены первые зачатки палеонтологии), стало возможно создание исторической геологии» («Основные проблемы эволюционной палеонтологии», 1947, с. 10).

Благодаря тому, что органический мир непрерывно эволюционировал в ходе геологической истории и в каждый отрезок времени существовали свои специфичные виды, по их остаткам можно устанавливать относительный возраст пород. Виды и роды организмов имеют широкое географическое

распространение, поэтому по ним можно определять разновозрастные отложения в далеко расположенных друг от друга районах. Это является совершенно необходимой предпосылкой для геологического картирования, так как геологические карты составляются по принципу показа распространения на поверхности Земли пород по их относительному возрасту. Вследствие того, что все организмы обитают в определенной физико-географической обстановке, по их остаткам можно установить, какие условия существовали в том или ином месте, в прошлые геологические эпохи, когда они жили. Таким образом становится возможным восстановить палеогеографию и ее изменение, выяснить климатическую обстановку и т. д. Определив возраст пород и условия их образования, можно установить время проявления и характер тектонических движений, дислокаций земной коры, понять ее структуру и геологическую историю. Без палеонтологии не было бы современной научной геологии. Данные палеонтологии имеют большое, хотя обычно и косвенное значение, для поисков полезных ископаемых. Особенно тесно палеонтология связана с такими геологическими науками, как историческая геология, стратиграфия, учение о фациях, литология, палеогеография, тектоника; каждая из них не может обойтись без данных палеонтологии. Геология — наука о Земле и палеонтология — наука о жизни на ней в геологическом прошлом тесно связаны между собой.

В наше время роль палеонтологии в геологии не уменьшается, а даже увеличивается, хотя палеонтологический метод можно применять успешно для расшифровки пока примерно 1/4—1/5 геологической истории Земли. Кроме этого метода все шире используются непалеонтологические методы, но они не являются универсальными. Нарастает необходимость более дробного расчленения отложений по возрасту и более точной их корреляции как в региональном, так и в глобальном масштабе. Для расшифровки геологического строения осадочных толщ на глубине большое значение имеют палеонтологические данные. При этом особенно широко используются остатки микроскопических организмов,

поднимаемых вместе с керном скважин и изучаемых специалистами—микропалеонтологами. С помощью палеонтологии решаются важнейшие современные проблемы геотектоники — дрейф континентов (плит), происхождение океанов и время их образования. Даже при изучении докембрийских пород, в которых остатки организмов очень редки, роль палеонтологического метода возрастает — все шире используются для стратиграфии продукты жизнедеятельности сине-зеленых водорослей — строматолиты; остатки других организмов, хотя и редкие, позволяют решать принципиальные вопросы корреляции докембрийских отложений. Ставится вопрос о разработке уже применяемых методов молекулярной палеонтологии с использованием рассеянного органического вещества для расчленения и сопоставления древних метаморфических толщ.

## ***2. Краткие исторические сведения***

На остатки организмов человек обратил внимание очень давно. Он старался понять, что означают раковины, кости, окаменелые стволы деревьев и другие подобные предметы, заключенные в породе. Уже в античное время некоторые ученые понимали, что это остатки некогда живших организмов, в том числе и морских, в результате поднятий оказавшихся в слоях Земли на суше. Такой точки зрения придерживался уже Аристотель (384—322 г. до нашей эры). В эпоху Возрождения правильные суждения о природе окаменевших остатков организмов высказывались Леонардо да Винчи (1452—1519) и др. Однако это были лишь отдельные мысли, ученые не имели даже приблизительного представления о древности этих окаменелостей. М. В. Ломоносов (1711—1765), написавший специальные книги по геологии, сделал правильные заключения о сущности органических остатков.

Накапливались факты. В музеях постепенно сосредоточивался богатый палеонтологический материал. Например, в России «диковинные камни» начали собираться в Кунсткамере 280 лет назад, примерно со времени основания

Российской Академии Наук. Вскоре появились описания некоторых окаменелых остатков животных и растений. Однако в то время, когда уже было доказано, что Земля и другие планеты вращаются вокруг Солнца, когда были открыты законы, по которым движутся небесные тела, когда уже появился абрис верных представлений о развитии Солнечной системы, когда были изобретены оптические приборы, позволившие заглянуть в глубины Вселенной и приоткрыть тайны микромира, увидеть мельчайшие живые существа, ... еще не было научной палеонтологии. Из-за этого и геология не могла еще стать по-настоящему исторической наукой, какой она должна быть по своему существу.

Палеонтология как наука возникает в начале 19 в. Её основание связано с именами Ж.Кювье, Ж.Б. Ламарка, В.Смита и Адольфа Броньяра.

Английский геолог В. Смит (1769—1839), участвовавший как специалист в проведении каналов, заметил, что лежащие друг на друге слои горных пород содержат различные «органические ископаемые». Основываясь на этом факте, Смит впервые составил стратиграфическую колонку, а затем геологическую карту разных частей Англии по принципам, используемым и в настоящее время. Тем самым он положил начало биостратиграфии, широкому использованию ископаемых организмов в геологии.

Великий французский натуралист Ж. Б. Ламарк (1744—1829) уделял большое внимание изучению ископаемых беспозвоночных и опубликовал ряд важных палеонтологических работ. Поэтому его считают основателем палеонтологии беспозвоночных. Но Ламарк известен прежде всего как создатель первой теории эволюции организмов. Он считал, что эволюция совершается благодаря внутреннему стремлению организмов к совершенствованию, а также от непосредственного влияния внешней среды на функционирование органов или через нервную систему путем усиления или уменьшения их деятельности, путем упражнения или неупражнения частей тела. Хотя факторы эволюции не были достаточно раскрыты Ламарком, его идеи направили человеческую мысль на верный

путь познания движущих законов живой природы. Знаменитый французский ученый Ж. Кювье (1769—1832) проводил классические исследования ископаемых позвоночных животных, заложив основы палеонтологии позвоночных. Эти работы были особенно важны для становления науки о вымерших животных. Используя свой огромный опыт в области сравнительной анатомии и установленную им закономерность — взаимосвязь всех частей в организме (их корреляцию), Ж.Кювье сумел восстановить облик многих вымерших позвоночных, зачастую только по фрагментам их скелетов. Изучая кости, найденные в окрестностях Парижа, он впервые научно доказал, к изумлению современников, что в прошлом существовали многие животные, отличающиеся от ныне живущих, что в ходе геологической истории происходила неоднократная смена органического мира и, в общем эта смена шла от менее к более высокоорганизованным животным. Установление и убедительное доказательство этих фактов было важнейшим достижением естествознания, оно способствовало правильному пониманию развития жизни на Земле и ее геологической истории. Вместе с тем Ж. Кювье неверно полагал, что виды животных неизменяемы, он отвергал эволюцию органического мира и не смог правильно объяснить процесс и причины изменения организмов в геологической истории от низкоорганизованных к более высокоорганизованным. В 1812 г. Ж. Кювье выдвинул широко распространенную в первой половине 19в. теорию катастроф, которая развивалась и его последователями. Согласно этой теории на Земле периодически происходили разрушительные катастрофы, приводившие к уничтожению целых групп животных, на смену которым затем приходили новые, переселявшиеся из других мест. В борьбе между катастрофистами и сторонниками эволюции выработывалась и крепла истина.

Адольф Броньяр (1801—1876) заложил основы научной палеоботаники, разработав систематику растительного мира прошлого. После введения в геологию палеонтологического метода начала быстро развиваться историческая геология. В короткий срок были выделены геологические системы, группы и

началась разработка дробных стратиграфических подразделений.

Первоначально палеонтология была описательной наукой, фиксирующей виды и роды организмов и изучающей их систематику и распределение в слоях. Новый этап ее развития начинается после опубликования в 1859 г. знаменитой книги Ч. Дарвина «Происхождение видов». Ч. Дарвин (1809—1882) создал обоснованную теорию эволюции организмов. Главной причиной преобразований животных он считал естественный отбор в борьбе за существование, выживание наиболее приспособленных к неорганической среде и окружающему сообществу организмов; материал для отбора создается изменчивостью, которая в принципе имеет неопределенный характер. Хотя механизм выработки признаков в процессе эволюции Дарвином не был объяснен (во времена Дарвина он и не мог быть объяснен), его учение, основанное на «Монблане фактов», остается верным и в настоящее время. Учение Дарвина оказало огромное революционизирующее влияние на биологические и геологические науки, в том числе и на палеонтологию. После открытия Ч. Дарвином законов эволюции окаменелости стали изучаться более глубоко, со стремлением понять развитие организмов в ходе геологического времени. Это создавало предпосылки для более точного, надежного определения возраста пород и их дробного расчленения. Одним из первых палеонтологов, изучавших, эволюцию вымерших животных, был выдающийся русский ученый В. О. Ковалевский (1842—1883), которого с полным основанием считают основателем эволюционной палеонтологии. В своих классических работах на примере некоторых групп позвоночных он показал, как в зависимости от условий существования происходила эволюция их во времени.

За рубежом одним из пионеров подобных исследований был венский ученый М. Неймайр (1845—1890). В частности, он показал, как видоизменяются брюхоногие моллюски в процессе развития замкнутого бассейна. В. Вааген (1841—1900), изучая аммониты, установил возникновение мутаций (скачкообразные изменения), ведущих к видообразованию. Многие особенности эволюции были обнаружены в последующее время как

отечественными, так и зарубежными палеонтологами. К концу прошлого века накопился колоссальный материал, требовавший систематизации и обобщения. Стали появляться капитальные сводные работы.

В СССР, Франции и США в 1950-е — 1960-е годы были опубликованы многотомные труды («Основы палеонтологии»). Постоянно обновляются учебники палеонтологии.

Перед современной палеонтологией стоят серьезные задачи — более тщательное изучение разных групп организмов, их эволюции. В последние годы широкое применение нашли палеоэкологические исследования, вскрывающие взаимоотношения древних организмов со средой их обитания в прошлые эпохи; изучаются закономерности распространения организмов в глобальном масштабе в связи с палеогеографической обстановкой; исследуется этапность эволюции групп организмов. Все это позволит более полно и правильно понять причины неравномерного развития и смены фаун и флор во времени, факторы и закономерности эволюционного процесса. Наличие большой информации об ископаемых докембрия пополнит наши представления о развитии жизни на ранних этапах геологического развития Земли. В распоряжении палеонтологов имеются электронные микроскопы, позволяющие изучать мельчайшую структуру организмов геологического прошлого. Используются химические методы исследования, современные компьютерные программы и т. д.

### **Контрольные вопросы**

1. Что изучает палеонтология?
2. Какова цель палеонтологии?
3. Связь палеонтологии с другими науками.
4. Каково значение палеонтологии?
5. Развитие палеонтологии как науки.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 (2 ч)

**Тема:** Окаменелости и формы сохранности организмов.

**Цель:** дать понятие окаменелости, рассмотреть разновидности формы сохранности ископаемых беспозвоночных и позвоночных, классификацию, систематику и номенклатуру организмов.

*Демонстрационная графика и раздаточный материал:*

1. Коллекции форм сохранности.
2. Таблицы с изображением форм сохранности ископаемых организмов, лупы.

### План.

1. Понятие «окаменелость» или «ископаемое».
2. Классификация, систематика и номенклатура организмов.

#### *1. Понятие «окаменелость» или «ископаемое»*

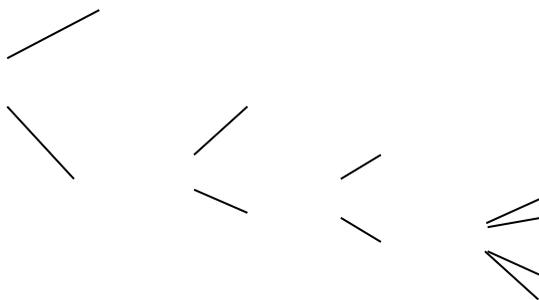
Любой остаток организма геологического прошлого принято называть **окаменелостью** или **ископаемым**. Окаменелостями (**фоссилиями**) являются как остатки самих животных и растений, так и следы и продукты жизнедеятельности организмов.

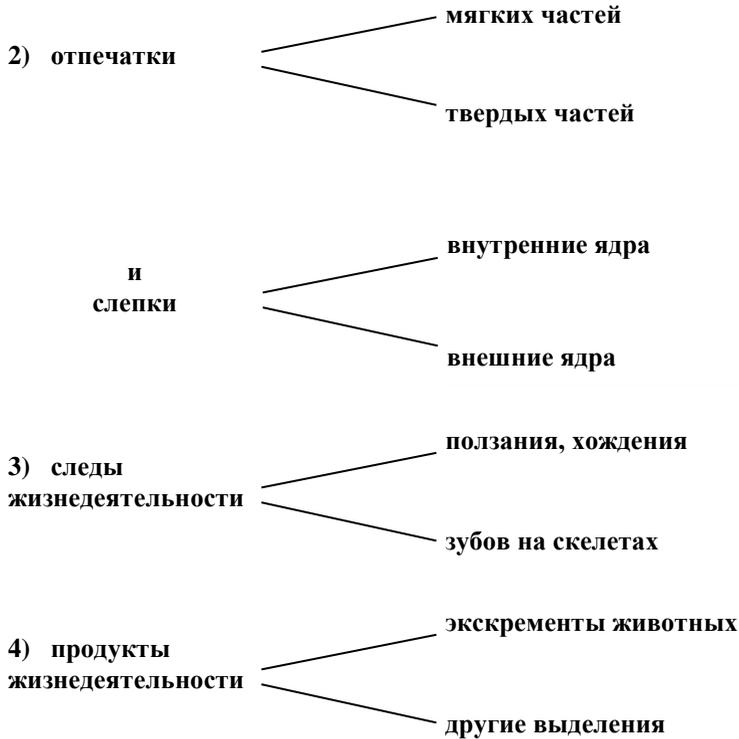
В ископаемом состоянии встречаются в огромном большинстве остатки тех организмов, которые имели твердый скелет. Наличие твердых частей в организме благоприятствует сохранению его остатков. Однако сам скелет не обеспечивает образования окаменелости. Бесчисленное количество даже крупных животных с массивным скелетом исчезло бесследно, не попав посмертно в подходящую среду. *Важнейшим фактором для сохранения остатков является характер среды, в которой оказывается организм после гибели.* Наиболее благоприятны условия в водных бассейнах, где после гибели организмы покрываются осадками, предохраняются от полного разрушения. Поэтому в породах морского происхождения мы часто встречаем

массу окаменелостей. В наземных условиях значительно меньше возможностей для сохранения остатков. Здесь после гибели большинство животных и растений остаются на поверхности и обычно полностью разрушаются. Условия захоронения древних организмов изучает палеонтологическая наука — **тафономия**. Процесс превращения тел организмов в окаменелости носит название **фоссилизации** или **окаменения**.

Крайне редко организмы сохраняются полностью (трупы мамонтов в вечной мерзлоте, насекомые в янтаре, некоторые животные в горном воске — озокерите) (рис.1). Обычно остаются лишь скелеты или части скелетов. Они могут сохранять свой первичный состав, но часто минеральный состав меняется в результате процессов окремнения, пиритизации, фосфоритизации. Например, окремневают и пиритизируются карбонатные раковины, стволы деревьев и др. Растения и скелеты животных, состоящие из органического вещества, часто испытывают обугливание. Скелетные остатки, ставшие окаменелостями, могут растворяться в породе частично или полностью. Часто от организма остается лишь **отпечаток** (отпечаток раковины, отпечаток коры дерева или листа и т. д.). Очень распространенной формой сохранности является **ядро** — естественный, состоящий из породы слепок полости, имевшейся в организме. Слепок полости между створками раковины называется внутренним ядром, а слепок полости от всего организма после его разрушения — внешним ядром (рис.2).

Все встречающиеся формы сохранности можно разделить на следующие разновидности:

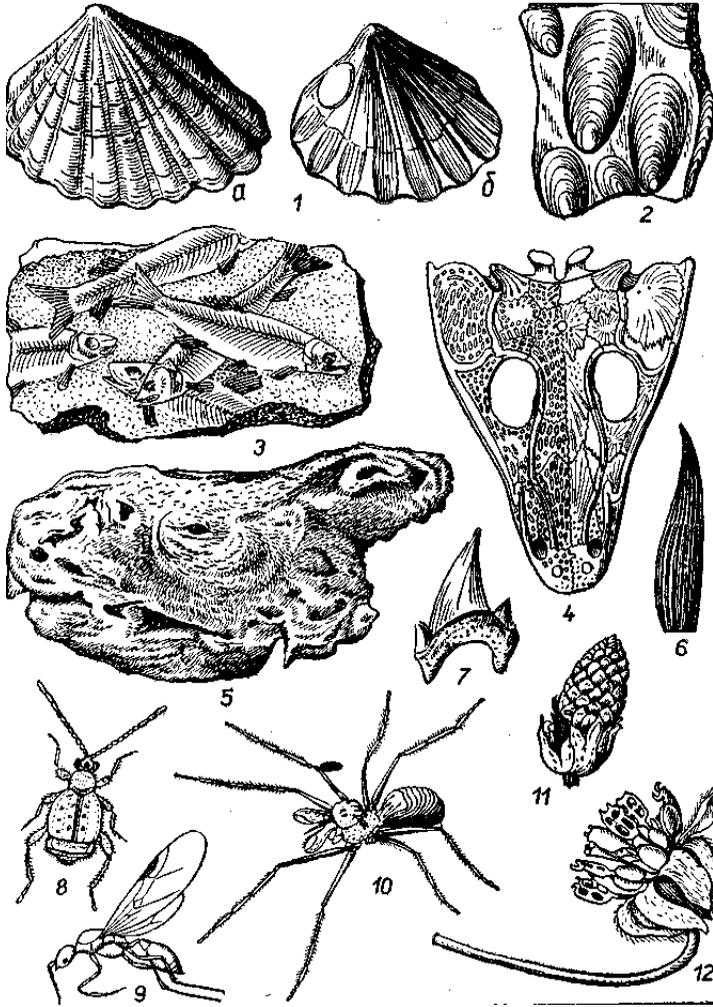




Своеобразными формами сохранности являются следы жизнедеятельности (например, следы ползания червей, следы сверления породы камнеточцами и т.д.) и продукты жизнедеятельности (экскременты) (рис. 2).

Нередко окаменелости имеют очень хорошую сохранность, они передают мельчайшие детали строения (жилкование в листьях и крыльях насекомых, клеточное строение древесины). В редчайших случаях в процессе окаменения могут возникать условия, при которых минерализуются и переходят в ископаемое состояние даже мягкие части животных (например, известен случай, когда сохранился пищеварительный тракт брюхоногого моллюска). Как правило, мягкие части не сохраняются, а поэтому мы ничего не знаем или почти ничего не знаем о подавляющем большинстве мягкотелых организмов, которые

Рис. 1. Формы сохранности ископаемых животных и растений:



1 — *Didachna* (*a* — раковина, *б* — внутреннее ядро); 2—*Lingula*, отпечатки; 3 — рыбы, отпечатки и псевдоморфозы скелетов; 4— череп мастодонозавра гигантского, полная сохранность (частично фосилизован); 5 —голова носорога с кожей, шерстью и одним глазом, полная сохранность в многолетнемерзлом грунте; 6 — зуб ихтиозавра, полная сохранность; 7 — зуб древней палеозойской акулы, полная сохранность; 8,9 — насекомые, полная сохранность в янтаре; 10 — паук, полная сохранность в янтаре; 11, 12 — цветы растений, полная сохранность в янтаре.

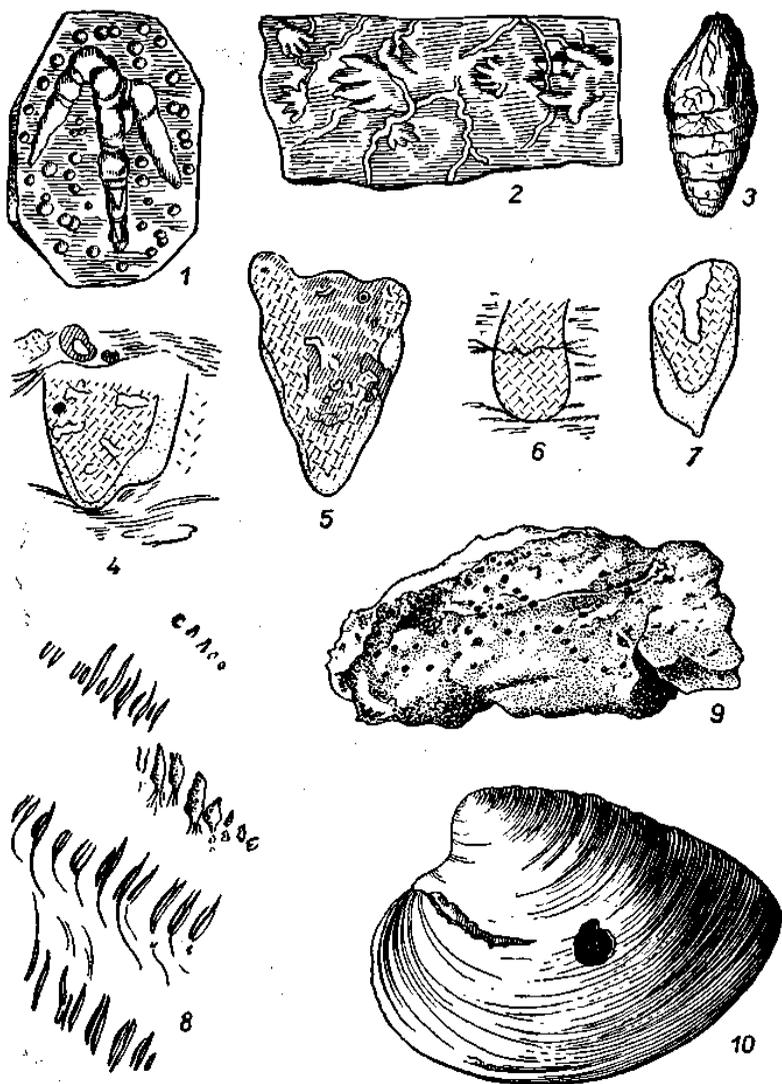


Рис. 2. Следы жизнедеятельности ископаемых животных:

1 — след ноги хиротерия, наружное ядро; 2 — следы бронтозавров, наружные ядра; 3 — копролит (ископаемый помет) ихтиозавра, псевдоморфоза; 4, 5, 6, 7 — норки роющих морское дно животных, средний ордовик; 8 — следы трилобита *Dimorphichnus*, отпечатки; 9 — сверления камнеточцев в морской гальке; 10 — сверление хищным брюхоногим моллюском раковины двустворки.

населяли Землю в разные периоды её истории. Однако в

отдельных случаях сохраняются отпечатки, хорошо передающие особенности строения мягкотелых организмов даже из докембрия. Крайне мало известно нам об организмах, населявших участки земной поверхности, неблагоприятные для сохранения их остатков. Конечно, неполны наши знания и о других организмах, о которых мы судим только по их скелетным образованиям. Палеонтологическая летопись неполна, но и то, что сохранилось, позволяет все же воссоздать многое.

Окаменелости в отложениях встречаются неравномерно. Нередко остатки организмов целиком или почти полностью слагают породу (ракушечники, нуммулитовые, коралловые, водорослевые известняки и другие отложения), что видно невооруженным глазом. В других случаях органогенный состав обнаруживается под микроскопом. Часто геологу приходится иметь дело с так называемыми «немыми» породами, т.е. породами без окаменелостей. Однако при тщательном изучении и в них нередко удается обнаружить органические остатки. Хрупкие остатки организмов извлекаются из породы с большой осторожностью, часто уже в поле пропитываются специальными клеевыми веществами или берутся вместе с породой, чтобы не разрушить окаменелость. В лабораторных условиях окаменелости препарируются разными способами. Чаще всего используются механические способы освобождения от породы при помощи зубилец, игл и других приспособлений. Применяются также различные химические способы. Специально подобранные кислоты растворяют породу, освобождая окаменелость. Мелкие окаменелости изучаются часто без извлечения из твердой породы в шлифовках, прозрачных шлифах или выделяются каким-либо способом из неё; из мягкой породы (например, глины) они могут быть выделены путем её размачивания, отмучивания и флотации (так извлекаются споры и пыльца растений). При сборах окаменелостей важно не только осторожно, умело взять и сохранить ископаемое, но и точно задокументировать его местоположение в разрезе, приуроченность к слою или уровню, так как именно эти данные дают информацию о геологическом возрасте. Без этих данных, а также сведений о точном месте

сбора находка, которая может быть чрезвычайно важной и уникальной, обесценивается.

## 2. Классификация, систематика и номенклатура организмов

Классифицировать организмы — значит распределить все множество организмов на группы по признакам, общим для каждой такой группы в определенной системе. Главным объектом классификации является вид. Этот термин используется для обозначения группы сходных особей, свободно скрещивающихся и дающих потомство, обитающих на определенной площади в связи с приспособлением к определенным условиям жизни и репродуктивно изолированных от других подобных групп. Описанием всех видов организмов, выяснением их родственных связей и путей образования, объединением видов во взаимосвязанные группы более высокого ранга, составлением естественной системы организмов занимается наука *систематика* (таксономия).

Попытки классифицировать организмы делались еще в античное время, но подлинным основателем современной систематики был шведский натуралист К. Линней (1707—1778), который разработал принимаемую до сих пор систематику всех живых существ и ввел главные правила наименования систематических подразделений, биноминальную номенклатуру, описал множество видов животных и растений по этим правилам, приведя тем самым знания о них в определенный порядок.

Мир вымерших и ныне живущих растений и животных исключительно разнообразен. Самой элементарной и вместе с тем самой определенной систематической категорией является *вид*. Сумма близких видов (иногда один вид) составляет следующую систематическую группу — *род*. Совокупность родов образует *семейство*, близкие семейства объединяются в *отряды*, отряды — в *классы*, классы — в самые крупные единицы — *типы*. Все названные подразделения: вид, род, семейство, отряд, класс, тип называются *таксономическими*

*единицами*, так как они образуют последовательный ряд («таксис» по-гречески означает порядок — ряд). В состав ряда входят также промежуточные подразделения: подкласс (подразделение ниже класса), надотряд (подразделение выше отряда) и т. д. Каждое систематическое подразделение должно объединять родственные особи или группы. Так, вид объединяет родственные особи, в состав рода входят родственные виды и т.д. Систематика, построенная на основе выяснения родственных отношений, — наиболее научная, она называется *филогенетической* (от греческих слов *phylon* — род и *genesis* — происхождение). Однако родословная организмов устанавливается с большим трудом, и поэтому палеонтологи нередко систематизируют организмы по сходству скелетов без достаточных данных об их родственных связях. Выделяемые «роды», «семейства» и т. д. являются нередко искусственными и включают неродственные организмы. Конечно, степень сходства в строении тела, в том числе и скелета, отражает степень родственности организмов, но далеко не всегда, поскольку в природе широко распространено явление конвергенции.

По международному соглашению каждое систематическое подразделение принято обозначать названием на латинском языке. Оно является единственным научным наименованием, принятым во всех странах. Такой порядок в установлении названий исключает номенклатурную путаницу. Все систематические категории, за исключением вида, именуется одним словом, например, род *Felis* (кошки), семейство *Felidae* (кошачьи) и т.д. Вид обозначается двумя словами — это правило называется бинарной или биномиальной (двойной) номенклатурой, например: *Felis domestica* (кошка домашняя). Первое слово — название рода, второе — собственное видовое название, которое отдельно не употребляется. После видового названия ставится еще одно слово обычно в сокращенном виде — фамилия автора, установившего вид, например, *Homo sapiens* Lin. (Lin. — сокращение фамилии Линней). Фамилия автора ставится и после названий других систематических категорий (не в учебной литературе).

Система таксономических подразделений позволяет

разбираться в колоссальной разнообразии органического мира. Любой организм находит в системе животных и растений определенное место. Например, обыкновенная кошка *Felis domestica* относится к роду *Felis*, семейству Felidae (кошачьи), отряду Carnivora (хищные), классу Mammalia (млекопитающие), подтипу Vertebrata (позвоночные), типу Chordata (хордовые).

В настоящее время в органическом мире выделяется огромное количество групп разного ранга (таксонов). Нужно подчеркнуть, что систематика как ныне живущих животных и растений, а тем более ископаемых не представляет собой застывшую схему. По мере углубления исследований и накопления новых фактов она постоянно совершенствуется.

### **Контрольные вопросы и задание для самостоятельной работы**

1. Дать определение окаменелости (ископаемого).
2. Важнейший фактор для сохранения остатков. Какие условия наиболее благоприятные?
3. Чем занимается наука систематика?
4. Охарактеризовать таксонометрические единицы.
5. Используя таблицы форм сохранности ископаемых организмов, определить, зарисовать и описать такие формы, как внутреннее и наружное ядро, отпечаток, псевдоморфоза, полная сохранность.
6. Познакомиться с формами сохранности одноклеточных организмов, организмов, не имевших скелета, беспозвоночных, позвоночных.
7. Рассмотреть следы жизнедеятельности организмов: следы ползания, сверления, норки зарывания в грунт, отпечатки (следы) подошвы ног позвоночных и др.
8. Рассмотреть органогенные горные породы: известняки (криноидный, брахиоподовый, ракушечник, коралловый, фузулиновый, швагериновый), мел, трепел, спонголит, фосфорит (образцы замещенной фосфоритом фауны), горючий сланец.
9. Выяснить особенности строения органогенных горных пород, остатками каких организмов они сложены, в каких формах сохранности представлены породообразующие организмы.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 (2 ч)

**Тема: Организм и среда.**

**Цель:** рассмотреть зависимость между особенностями строения и образом жизни организмов, категории водных организмов по образу жизни, биономические зоны моря.

***Демонстрационная графика и раздаточный материал:***

1. Образцы ископаемой фауны и флоры.
2. Таблица с изображением схематического профиля морского дна и биономических зон моря

### **План.**

- 1. Строение и образ жизни организмов.**
- 2. Категории водных организмов и биономические зоны моря.**

#### ***1. Строение и образ жизни организмов***

Организмы населяют нашу планету от полюса до полюса, от вершин гор до самых глубоководных океанических впадин, образуя биосферу Земли. Но распределены они неравномерно из-за различий в условиях среды. По отношению к любому существу понятие «среда» включает всю сумму факторов как неорганических (абиотических), так и органических (биотических). Каждое животное и растение приспособлено к имеющимся параметрам абиотической среды и совместно живущим организмам. Его общая форма и форма отдельных частей, а также их функции и физиология взаимозависимы и отвечают образу жизни (поведению) в соответствующей обстановке. Например, обтекаемая форма рыбы, её плавники и другие органы приспособлены к существованию в воде, а способ питания, взаимоотношения с другими животными обуславливают ряд особенностей морфологии, органов защиты и нападения. Быстроплавающие рыбы открытого моря отличаются

по морфологии от рыб, живущих в заводях и кавернах коралловых рифов, так как их образ жизни различен. Растения засушливых районов отличаются от влаголюбивых строением листьев, устьиц на них, длиной корней и т.д. Поскольку существует такая зависимость, то многие особенности строения организмов могут быть поняты при изучении их образа жизни. Это относится как к ныне живущим, так и вымершим представителям. Например, становится ясным, как из косточек плавников рыб возникли конечности первых наземных позвоночных, когда плавники стали служить для переползания по твердому субстрату, и т.д.

Не все черты строения объясняются просто как следствие приспособления к среде. Некоторые из них не имеют явного адаптивного назначения и кажутся бесполезными, другие появляются в результате наследственных процессов, третьи — в результате атавизма (появление признака более или менее отдаленного предка) и т.д. Не всегда какие-либо факторы среды обязательно сказываются на форме организмов. Тем не менее основа организации существ отражает длительный процесс приспособления в определенном направлении к условиям жизни (который шел у каждой филогенетической ветви своим путем). А поэтому, изучая ископаемые организмы, можно выяснить ряд особенностей физико-географической обстановки их обитания, условия образования осадков, в которых они были погребены, и пород, в которых содержатся их остатки.

Организмы геологического прошлого во многом отличаются от ныне живущих и чем древнее они, тем отличия больше, и поэтому выяснить их образ жизни и условия существования становится труднее. Известно, что даже в общем сходные по форме организмы нередко приспосабливаются к жизни в разных условиях (слон и мамонт — близкие животные, но климатические условия их обитания весьма различны), и в ходе геологической истории они могли менять место обитания. Но каждый вид животных и растений всегда соответствует конкретным условиям и поэтому можно использовать любой ископаемый вид для палеогеографических реконструкций. Правда, диапазон факторов, к которым приспособлен тот или

иной вид, различен, в связи с чем различны и размеры их ареалов, отчего они дают и разную по точности информацию. Таким образом, знание условий жизни видов и других таксонов важно как для познания самих организмов, так и для геологии.

Взаимоотношения современных организмов со средой составляет предмет исследований, которым занимается особый раздел биологии — **экология** (от греческого слова «ойкос» — жилище, место обитания). **Палеоэкология** выясняет то же самое в отношении ранее живших существ. Выяснение образа жизни конкретного вымершего вида проводится: 1) по аналогии с современными видами, с которыми имеется то или иное сходство в строении, 2) по имеющимся данным о среде существования других совместно живших организмов, 3) по имеющимся данным о среде жизни конвергентно сходных организмов, 4) по форме тела животного (морфофункциональный анализ — по форме судят о функции), 5) по особенностям состава, структуры и текстуры пород.

На все организмы как наземные, так и морские влияет ряд факторов. Общеизвестно, что на Земле четко проявляется климатическая зональность в распределении животных и растений. На суше особенно контрастно сказывается действие резкого перепада температур по сезонам и даже в течение суток, большое влияние оказывает засушливый или увлажненный климат, рельеф местности (горный или низменный) и т. д. В море, кроме климатического фактора, особенно сильно влияет степень солености воды, а также глубина бассейна, с которой связаны другие факторы — освещенность, давление, насыщенность кислородом, кормовая база, температурный режим, характер субстрата и др.

## ***2. Категории водных организмов и биомические зоны моря***

Водные организмы, остатки которых особенно часто встречаются в породах и широко используются в геологии, разделяются по образу жизни на три категории: 1) *нектон* — активно плавающие (рыбы, кальмары и др.), 2) *планктон* —

пассивно плавающие (медузы, личинки многих донных неплавающих животных, масса одноклеточных и др.), среди планктона различают зоопланктон — животный планктон, фитопланктон — растительный планктон, 3) *бентос* — живущие на дне животные и растения. Одни бентосные животные прикрепляются к субстрату или свободно лежат на дне (неподвижный бентос), другие перемещаются (подвижный бентос), причем часть ползает по поверхности грунта (эпифауна), а немалое количество зарывается в рыхлый грунт (инфауна) или высверливается в скалы (сверлильщики). Многие организмы хотя и плавают активно, придерживаются дна, прячутся под камнями или лежат на дне, как, например, некоторые рыбы, и ведут таким образом, нектонно-бентосный образ жизни. Нектон и планктон населяют толщу воды. В морях пространство открытого моря носит название пелагиаль, а организмы, в нем живущие, — *пелагическими* (от слова «пелагос» — море). Бентос заселяет дно и прилежащие слои воды бассейнов — бенталь.

В распространении морских организмов наблюдается четкая зональность, зависящая от глубины. Основная масса их сосредоточена на небольших глубинах — от 200 м, т.е. в пределах шельфа (подводной материковой платформы), где существуют наиболее благоприятные условия для жизни. Сюда проникает свет и поэтому только здесь могут жить водные растения (продуценты органического вещества из неорганического), для которых свет совершенно необходим. Здесь сосредоточивается и основная масса потребителей (консументов) — животных, так как именно тут находится главная кормовая база и содержится наибольшее количество растворенного в воде кислорода.

По распределению бентоса очень четко выделяются биономические зоны (рис. 3). У берега находится **литораль** — зона, покрываемая водой во время прилива и осушаемая при отливе. Здесь живет своеобразный комплекс организмов, способных переносить периодические осушения, действие волн прибоя и т.д. Глубже, до отметки 200 м, расположена **сублитораль** — оптимальная зона существования самых

различных организмов. Особенно богата жизнью её верхняя часть, до 80—100 м, наиболее освещенная и аэрируемая. Ниже, от 200 м до глубины примерно 500 м, расположена **псевдоабиссаль**, зани

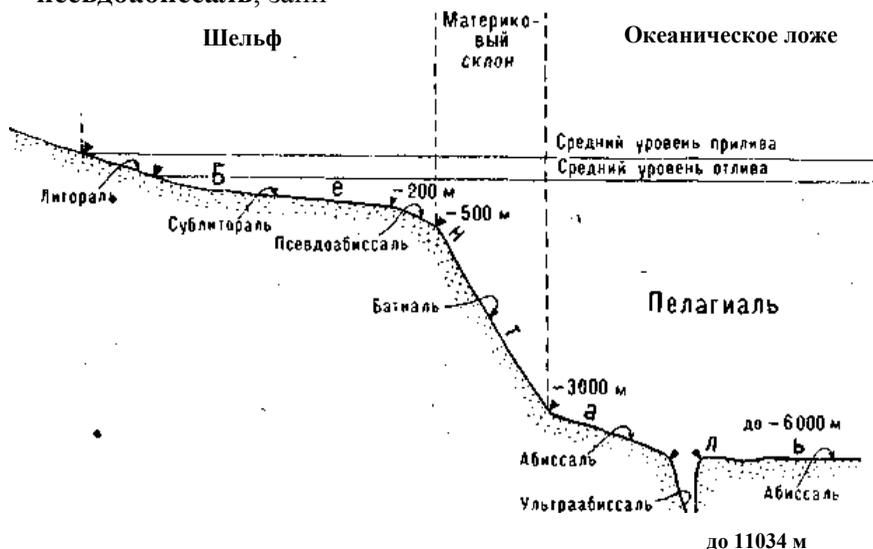


Рис. 3. Схематический профиль морского дна и биомические зоны моря

мающая отдельные, наиболее погруженные участки шельфа, где нет или почти нет растений. До глубины 3000 м выделяется **батиналь** (в рельефе соответствующая континентальному склону), а еще глубже — **абиссаль** (ложе океана) и **ультраабиссаль** (наиболее глубоководные впадины — желоба) — зоны, органический мир которых значительно беднее как по количеству, так и по разнообразию. Животные питаются здесь илом, в котором содержатся пищевые частицы, главным образом принесенные или упавшие сверху. Зональность в распространении наблюдается не только у бентосных организмов, но и у пелагических (в меньшей степени).

Не все организмы одинаково реагируют на фактор глубины. Те из них, которые могут жить в большом интервале глубин, называются **эврибатными** («эври» — широкий, «батос» — глубина), те, что существуют только на определенных

глубинах, — **стенобатными** («стено» — узкий). Важным фактором среды, контролирующим распространение морских организмов (не только донных, но и пелагических), является солёность. Одни могут существовать только в нормально соленой воде Мирового океана [солёность 3,5% = 35‰ (промилле)] и не переносят опреснения — их называют **стеногалинными** («галос» - соль). Другие предпочитают, наоборот, опресненную воду замкнутых внутренних морей. Третьи могут жить в воде различной солёности — это **эвригалинные** организмы. По отношению к фактору температуры выделяют **стенотермные** и **эвритермные** организмы. Если организмы выдерживают изменения ряда факторов, они именуется **эврибионтными** и противопоставляются **стенобионтным**.

На отдельных участках биосферы (биотопы) обитают исторически сложившиеся сообщества организмов, называемые биоценозами.

Состав биоценозов обусловлен сочетанием факторов среды. Каждый элемент в биоценозе занимает определенное положение в имеющихся условиях обитания, так называемую **экологическую нишу**. Компоненты биоценоза находятся в различных, часто сложных взаимоотношениях. Большое значение имеют пищевые связи, так называемые «пищевые цепи». Морские растительноядные животные (фитофаги) служат пищей хищникам (зоофагам). Многие донные животные питаются микроскопическими планктонными организмами, процеживая воду (фильтраторы), или поглощают ил, из которого извлекают органическое вещество (илоеды). Сами они становятся добычей хищных моллюсков или других животных. Планктоном питаются многие рыбы и т.д. Ликвидация одного элемента в цепи нарушает всю экосистему. Взаимоотношения между членами биоценоза не сводятся к одним пищевым. Часть из них находит в других лишь субстрат для прикрепления, прирастания. Другие образуют симбиоз — взаимопольное или полезное для одного и безвредное для другого компонента сообщество. Третьи просто сосуществуют, не являясь конкурентами, и т.д. Биоценозы и биотопы размещаются

закономерно. Например, в Черном море у скалистых берегов Крыма живет один комплекс животных и водорослей (биоценоз скал). У пологих берегов, где дно песчаное, — другой (биоценоз песка). В тех же участках, но несколько глубже — третий (биоценоз устричника — название по

### Геохронологическая шкала

Эра (длительность, млн. лет)	Период	Эпоха	Длительность в периода (млн. лет)
Кайнозойская KZ  67	Четвертичный Q		1,8
	Неогеновый N	Плиоценовая Миоценовая	25
	Палеогеновый P	Олигоценная Эоценовая Палеоценовая	41
Мезозойская MZ  173	Меловой K	Поздняя Ранняя	70
	Юрский J	Поздняя (малм) Средняя (доггер) Ранняя (лейас)	58
	Триасовый T	Поздняя Средняя Ранняя	45
Палеозойская PZ  330	Пермский P	Поздняя Ранняя	45
	Каменноугольный C	Поздняя Средняя Ранняя	55
	Девонский D	Поздняя Средняя Ранняя	70
	Силурийский S	Поздняя Ранняя	30
	Ордовикский O	Поздняя Средняя Ранняя	60
	Кембрийский C	Поздняя Средняя Ранняя	70

Протерозойская PR. Более 2000	Периоды и более мелкие подразделения не выделены
Архейская AR. Около 1500	

Нижняя граница архея не установлена

распространению здесь устриц) и т.д. Следовательно, состав биоценоза зависит и от глубины и от характера грунта. Если рассматривать другие биоценозы, можно увидеть влияние и других факторов.

Обнаруженный комплекс окаменелостей в конкретной породе называется *ориктоценозом*. По нему восстанавливается состав биоценоза прошлого — *палеобиоценоза*. В состав того или иного ориктоценоза могут входить остатки не только соответствующих палеобиоценозов, но и других, которые волнением, течениями или другими способами были привнесены извне. Поэтому при восстановлении палеобиоценозов возникают различные затруднения. Каждый компонент палеобиоценоза и особенно палеобиоценоз в целом позволяет судить о том, что представляло его местообитание. Было ли это море или суша. Шло ли накопление осадков в условиях засушливого или влажного, теплого или холодного климата суши; в открытом морском бассейне или опресненном море, теплом или арктическом, в мелководных или глубоководных условиях и т. д.

Изучение распространения организмов по площади позволяет выяснить основные черты фауны — комплекса животных и флоры — комплекса растений, исторически сложившихся в определенном крупном регионе и в определенное время, провести палеобиогеографическое районирование, выделить зоо- и фитогеографические провинции, области и пояса. А изучение распределения организмов совместно с литологическими исследованиями дает возможность восстановить палеогеографию для того или иного отрезка геологического времени, что крайне важно для познания геологической истории какой-либо территории и Земли в целом.

### **Контрольные вопросы и задание для самостоятельной работы**

1. Какая зависимость существует между особенностями строения и образом жизни организмов?

2. Какие факторы влияют на все организмы наземные и морские?
3. На какие категории подразделяются водные организмы по образу жизни?
4. Зарисовать схему (рис. 3) и рассмотреть биономические зоны моря.
5. Какие организмы называются эврибатными и стенобатными?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 (2 ч)

**Тема: Беспозвоночные. Одноклеточные. Тип PROTOZOA (простейшие). Подкласс Foraminifera (фораминиферы).**

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами простейших, подробно рассмотреть подкласс Foraminifera (фораминиферы), выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых простейших.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### План.

1. Тип PROTOZOA. Простейшие.
2. Подкласс Foraminifera. Фораминиферы.

#### *1. Тип PROTOZOA. Простейшие*

К простейшим относятся одноклеточные, обычно микроскопические организмы, образованные протоплазмой с одним или несколькими ядрами. Клетка простейших, в отличие от клетки многоклеточных организмов, приспособлена к самостоятельной жизни, она выполняет все основные жизненные функции: обмен веществ, движение, размножение. Эти физиологические функции выполняются отдельными участками клетки, называемыми **органоидами**. Координация деятельности органоидов производится протоплазмой, из которой в основном состоит тело простейших.

Тело простейших, состоящее из протоплазмы и ядра,

может быть заключено в тонкую эластичную оболочку или лишено ее, большинство простейших имеют *скелет*, который выполняет опорные и защитные функции, он может быть наружным и внутренним. Скелет является продуктом выделения протоплазмы, он состоит из органического или минерального вещества и имеет чрезвычайно разнообразную форму. В ископаемом состоянии сохраняется минеральный скелет, очень редко органический.

Простейшие размножаются половым и бесполом путем, некоторые группы проходят сложный жизненный цикл, заключающийся в чередовании полового и бесполого поколений. При половом размножении возникают мужские и женские половые клетки, при слиянии которых образуется новая особь. При бесполом размножении новые организмы возникают путем деления или почкования.

Подавляющее большинство современных простейших являются морскими организмами (60%), меньшая часть обитает в пресных и солоноватых водоемах (18%), некоторые группы простейших являются паразитами (22%).

Размер тела простейших в среднем составляет 0,1-1 мм, диаметр наиболее мелких — 2-4 мкм, встречаются гигантские формы, достигающие 100 и даже 160 мм в диаметре. Толща морской воды несет огромное количество разнообразных простейших в виде планктона и бентоса, скелеты многих простейших на обширных просторах океанического дна образуют разнообразные илы (глобигериновый, радиоляриевый). Некоторые горные породы — известняки, опоки, радиоляриты — почти нацело состоят из известковых или кремнистых скелетов простейших и могут достигать большой мощности.

В ископаемом состоянии установлено около 25—30 тысяч видов простейших, примерно столько же обитают в настоящее время. Наиболее древние ископаемые остатки известны из кембрийских отложений. Нет сомнения в том, что простейшие появились еще в докембрии, но они не сохранились в ископаемом состоянии в этих древнейших по возрасту породах, так как, по-видимому, не обладали еще скелетом.

*Систематика.* Современное разделение простейших на

пять классов: Sarcodina, Cnidosporidia, Sporozoa, Zoomastigophora, Ciliophora основано на различиях в строении органоидов движения, ядра и протоплазмы. В ископаемом состоянии встречаются представители классов Sarcodina (саркодовые) и Ciliophora (ресничные), однако только саркодовые находятся в изобилии и нередко являются пороодообразующими организмами.

## 2. Подкласс *Foraminifera*. Фораминиферы

К фораминиферам относится большинство саркодовых с раковинной, имеющей одно или множество мелких отверстий, через которые выходит протоплазма в виде тончайших нитевидных псевдоподий. Основная масса фораминифер является морскими бентосными или планктонными формами. Насчитывается более 20 000 видов современных и ископаемых фораминифер. В ископаемом состоянии встречаются часто, начиная с кембрия.

*Строение мягкого тела.* Протоплазма фораминифер подразделяется на внутреннюю эндоплазму, заполняющую раковину и расположенную вне раковины эктоплазму. Эндоплазма содержит ядра и различные включения. Эктоплазма формирует псевдоподии, осуществляет обмен веществ с внешней средой, она же выделяет раковину. В процессе жизни объемы эндоплазмы и эктоплазмы могут значительно изменяться: эктоплазма может частично, а иногда полностью превращаться в эндоплазму, и наоборот, объем эктоплазмы может значительно увеличиваться за счет эндоплазмы. Особенно сильные изменения объемов происходят перед началом процесса размножения.

*Строение скелета.* Все фораминиферы, за исключением немногих примитивных форм, имеют раковину определенной формы, состоящую из одной, двух или нескольких камер. Большинство раковин образовано продуктами выделения протоплазмы (минеральные соли и органическое вещество — тектин), реже они состоят из песчаного материала, скрепленного цементом.

Раковины из тектина почти не встречаются в ископаемом

состоянии, они характерны для современных примитивных форм. Песчаные раковины состоят из песчинок разнообразного состава (в основном кварцевых), скрепленных тектиновым, известковистым, железистым и редко кремнистым цементом. Очень редко встречаются кремневые раковины, образованные путем пропитывания тектиновой основы кремнеземом. Большинство фораминифер имеет известковую раковину, состоящую из кальцита и арагонита. С переходом раковины в ископаемое состояние часто происходит перекристаллизация и замещение минеральных частей скелета.

Строение стенки известковой раковины разнообразно. По размерам и расположению кристаллов в стенке различают тонко- или грубозернистые раковины, радиально-лучистые, тонкослоистые или волокнистые. Кроме того, стенка может быть пористая или непористая. Присутствие у большинства раковин мельчайших пор — фораменов и явилось основанием для названия всей этой группы (фораминиферы — несущие форамены). Характер пор различен: мелкие или крупные, редкие или многочисленные, простые или сложные. Большинство пор представляет собой цилиндрические каналцы диаметром 0,2—0,5 мкм.

Фораминиферы отличаются исключительным разнообразием строения раковины; различают три основных типа раковин: однокамерные, двухкамерные и многокамерные (рис. 4).

Внутренние полости раковин фораминифер сообщаются с внешней средой при помощи *устья* (апертуры) — простого или сложного отверстия, расположенного на последней камере. Простое устье имеет одно отверстие, сложное — несколько. Форма простого устья разнообразная: округлая, овальная, щелевидная, серповидная, древовидная, лучистая, крестообразная и др. Сложное устье чаще всего бывает ситовидным, состоящим из ряда небольших отверстий. У некоторых фораминифер у края устья нарастает особая зубная пластинка (или просто зуб), которая в процессе онтогенеза усложняется. К зубной пластинке прикрепляется основание выходящего из устья пучка псевдоподий; кроме того, зубы

укрепляют прочность раковины в приустьевой части.

Особенностью наиболее высокоорганизованных фораминифер является присутствие *системы каналов*, пронизывающих различные элементы раковины. Эта система состоит из одного (редко двух) спирального канала, от которого в промежутках между камерами отходят межсептальные каналы.

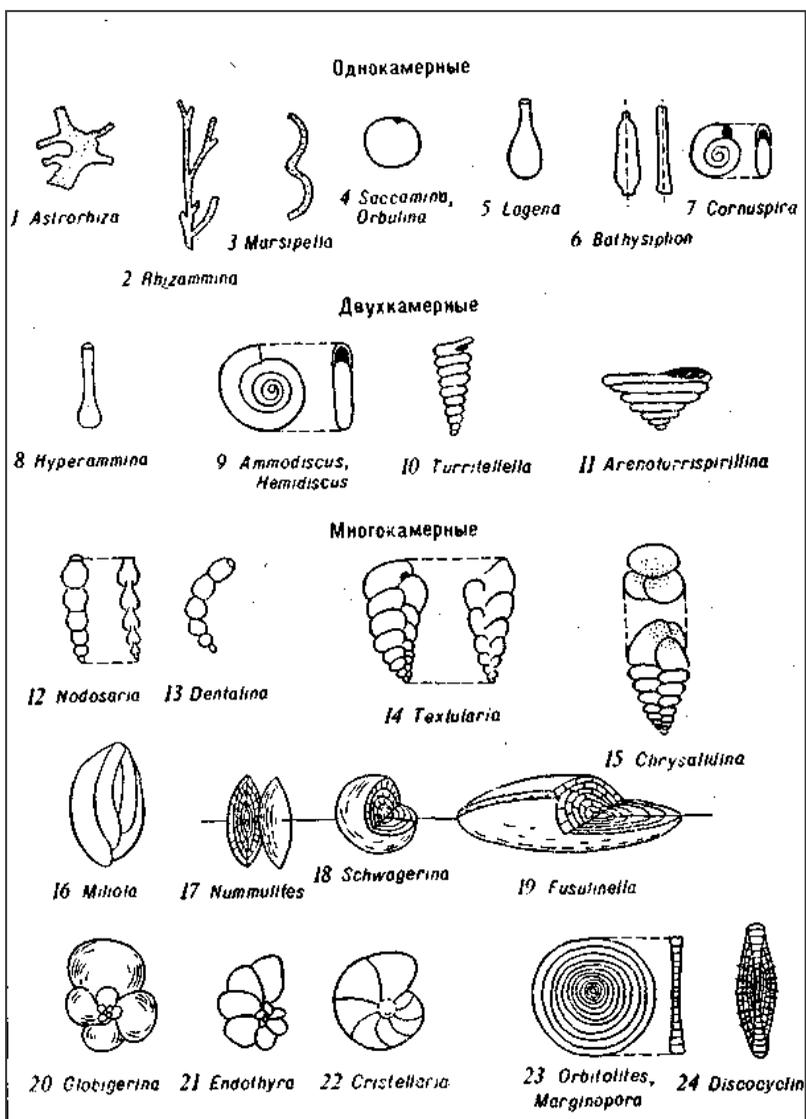


Рис. 4. Типы строения раковин фораминифер

Система каналов образует сложно разветвленную сеть в оборотах раковины.

На поверхности спиральных известковых форм наблюдаются септальные швы в местах сочленения септ с наружной стенкой раковины. Эти швы могут быть углубленными или выпуклыми, а по форме — прямыми, радиальными, серповидными, вихреобразно закрученными, меандровидными и даже сетчатыми. Кроме этих швов, часто имеющих большое значение для определения видов, на поверхности многих известковых фораминифер наблюдаются дополнительные скелетные образования в виде килей, шипов, бугорков, ребрышек, ячеек и других структурных элементов различной формы и размеров. Эти дополнительные скелетные образования могут покрывать поверхность раковины частично или полностью. У ряда групп фораминифер развиваются внутренние дополнительные скелетные образования. Под дополнительным скелетом у фораминифер понимаются все те скульптурные образования, которые не представляют собой ни стенок раковины, ни септ—перегородок между камерами, являющихся основными частями скелета. Дополнительный скелет образуется в процессе роста раковины в качестве вторичных образований, по-видимому, несколько позже основного скелета. Все они являются средством укрепления раковины.

По размерам раковины все фораминиферы подразделяются на мелкие (до 0,5—1 мм) и крупные (свыше 1 мм). Среди мелких фораминифер выделяются планктонные и бентосные формы, крупные — принадлежат к бентосу. Крупные фораминиферы имеют сложный известковый скелет, они принадлежат к наиболее высокоорганизованным группам.

*Размножение и развитие.* Фораминиферы имеют сложный жизненный цикл, характеризующийся чередованием полового и бесполого поколений (генераций). При бесполом размножении (агамогонии) происходит деление материнской клетки и образование эмбрионов, развивающихся в дальнейшем в новые особи. При половом размножении (гамогонии) образуются половые элементы — зооспоры (гаметы), которые сливаются



путем, в результате чего возникает триморфизм раковины — присутствие двух мегасферических и одной микросферической генерации.

Явление диморфизма у фораминифер было открыто в конце прошлого столетия. До этого времени обе генерации считались различными видами и обозначались разными видовыми названиями, что было неверно и приводило к недоразумениям. Изучение диморфизма у фораминифер продолжается и в наше время. Установление генераций различных видов у разных групп фораминифер имеет большое значение не только для правильного наименования видов, но и для изучения происхождения и родственных связей между фораминиферами.

*Систематика.* Основным критерием классификации ископаемых фораминифер является строение их раковины. Для систематики ныне живущих форм учитывают также строение протоплазматического тела и особенности жизненного цикла.

К примитивным формам относятся фораминиферы с тектиновой или песчаной стенкой, пористая известковая стенка встречается у более развитых форм. Наиболее примитивные формы имеют раковину неправильного строения или однокамерную. Формы с простыми камерами всегда примитивнее тех, у которых камеры подразделены на вторичные камерки. Увеличение числа камер, развитие дополнительных скелетных образований и, в особенности, системы каналов — признаки наиболее высокой организации.

В настоящее время подкласс фораминиферы подразделяется на 14 отрядов, два из них кратко описаны ниже.

Отряд *Astrorhizida* — астроризиды. Раковина свободная или прикрепленная, обычно одно- или двухкамерная разнообразной формы (шаровидная, дисковидная, полусферическая, звездчатая, трубчатая, древовидная). Иногда обособляется вздутая начальная камера или намечается пережимами многокамерность. Устье одно, два или много, иногда устье отсутствует. Стенка песчаная (агглютинированная) с тектиновым или минеральным цементом, либо известковая с посторонними частицами. Астроризиды являются наиболее

древним и наиболее примитивно построенным из ископаемых отрядов фораминифер. Кембрий — ныне. Представитель: род *Hyperammina* (ранний палеозой — ныне) (рис. 6, 1).

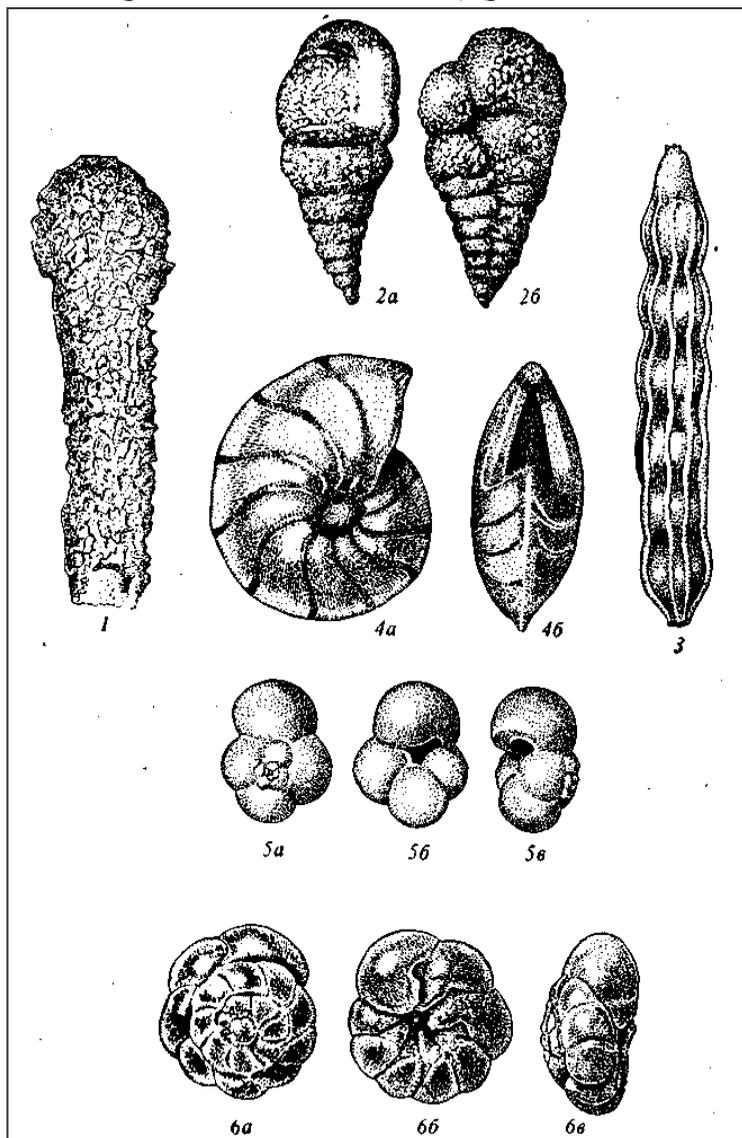


Рис. 6. Подкласс Foraminifera. Мелкие фораминиферы из отрядов *Astrorhizida* (1), *Textulariida* (2), *Nodosariida* (3—4), *Rotaliida* (5—6).

Роды: 1 — *Hyperammia* (ранний палеозой — ныне), 2а, б — *Textularia* (юра — ныне); 3 — *Nodosaria* (пермь — ныне), 4 а, б — *Lenticulina*, (триас — ныне), 5 а—в — *Globigerina* (юра — ныне), 6 а—в — *Streblus* (миоцен — ныне)

Отряд *Nummulitida* — нуммулитиды. Раковина известковая, многокамерная, спирально-плоскостная или циклическая, часто достигающая крупных размеров (обычно от 3 до 10 мм, иногда до 120—160 мм). Состоящая из ряда оборотов раковина имеет дисковидную или чечевицеобразную форму, она разделена септами на многочисленные камеры. Стенка пористая, но септы и дополнительные скелетные образования (спиральный валик, столбики, гранулы) лишены пор. Нуммулитиды имеют хорошо выраженный диморфизм раковины (см. рис. 5). Внутри отряда нуммулитид выделяется несколько семейств, наибольшее значение из них имеют нуммулиты со спиральным навиванием оборотов раковины и орбитоиды с циклическими оборотами. Поздний мел — ныне. Представители: род *Nummulites* (палеоген) (рис. 7, 3), род *Discocyclusina* (палеоцен, эоцен) (рис. 7, 4).

*Образ жизни.* Фораминиферы обитают в морях нормальной солености, очень редко встречаются в бассейнах с ненормальной соленостью и в пресных водах. Среди фауны современных морей они играют существенную роль, особенно в планктоне тропического и субтропического поясов, распространяясь и за пределы последних, главным образом, по направлению теплых океанических течений. Планктонные фораминиферы обитают преимущественно в верхних слоях морской воды (0—200 м), хотя встречаются до глубины 1000 м. Падая на дно, раковины планктонных фораминифер принимают существенное участие в образовании различных органогенных илов (глобигеринового, птероподового и др.) на больших пространствах океанического дна до глубины 4000 м. Ниже этой глубины известковые раковины фораминифер растворяются в морской воде в условиях низких температур и высокого давления. Основным фактором, определяющим распространение современных планктонных фораминифер, является температура. Несомненно, что и в прошлые геологические эпохи температура оказывала существенное влияние на распространение фораминифер.

Велико значение фораминифер и в современном бентосе

морей и океанов. Существенную роль в распространении бентосных фораминифер играет глубина и тесно связанная с ней

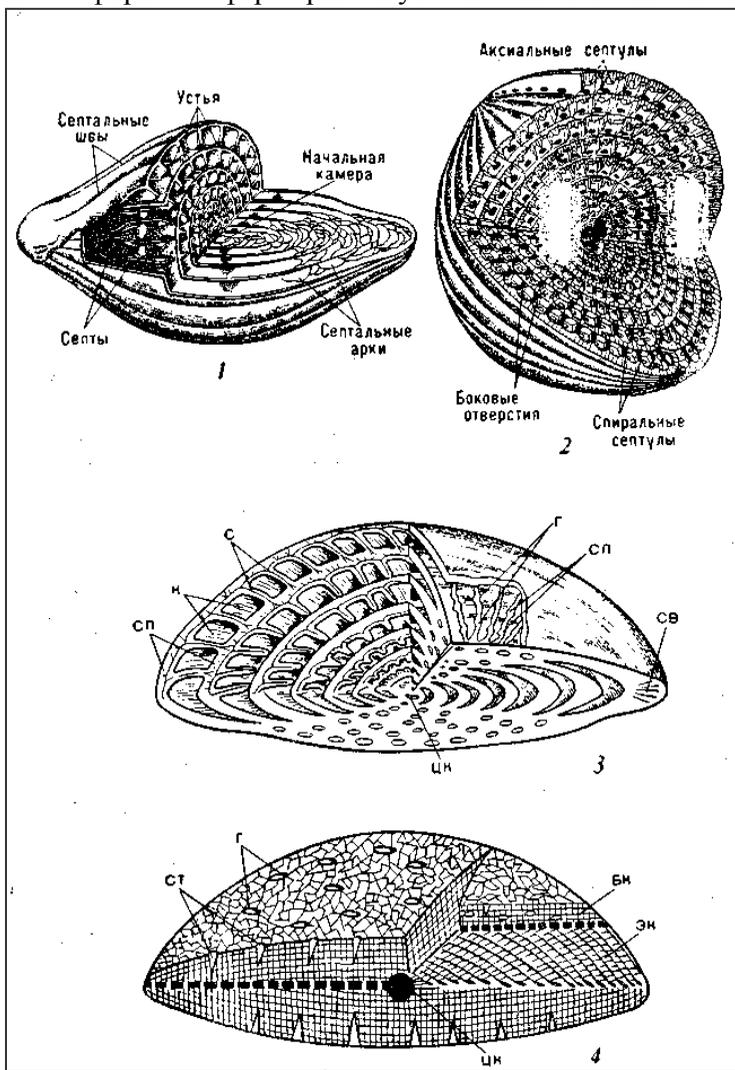


Рис. 7. Подкласс Foraminifera. Крупные фораминиферы из отрядов Fusulinida (1—2) и Nummulitida (3—4).

Роды: 1 — *Fusulinella*, (средний карбон — ранняя пермь), 2 — *Neoschwagerina* (пермь), 3 — *Nummulites* (палеоген), 4 — *Discocyclusina* (палеоцен, эоцен), бк — боковые камеры, г — гранулы, к — камеры, с — септы, св — спиральный валик, сл — септальные линии, сп — спиральная

полоса, ст — столбики, цк — центральная камера, эк — экваториальные камеры

температура морской воды. Наиболее сильно сказывается зональность в распространении бентосных фораминифер по глубине в тропических и субтропических морях, что объясняется значительными изменениями температуры с глубиной. Современные бентосные фораминиферы ведут прикрепленный или ползающий образ жизни. При помощи псевдоподий они прикрепляются к водорослям и различным предметам на морском дне или медленно передвигаются. В современных осадках бентосные фораминиферы играют небольшую роль, образуя примесь к основной части осадка — терригенной, органогенной или хемогенной. Лишь в редких случаях в рифовых фациях тропических морей они являются пороодообразующими организмами наравне с кораллами, известковыми водорослями и другими организмами.

Среди фораминифер известны планктонные и бентосные формы. Так, фузулиниды вели придонный бентосный образ жизни, редкие формы принадлежали к планктону; они заселяли обширные пространства прибрежных частей морей и океанов в каменноугольном и пермском периодах. Большинство роталиид, наоборот, принадлежит к планктону, но среди них имеются также разнообразные бентосные подвижные и прикрепленные формы. Крупные фораминиферы — нуммулитиды относятся к бентосу, они заселяли обширные пространства мелководных участков морей и океанов. К бентосу принадлежат и мелкие фораминиферы отрядов астроризид, текстуляриид и нодозариид.

*Геологическая история.* Фораминиферы встречаются в отложениях всех систем, начиная с кембрия. В раннем палеозое (кембрий, ордовик, силур) они были представлены примитивными однокамерными песчаными и известковыми формами, которые играли незначительную роль в формировании горных пород и не имели стратиграфического значения. В позднем палеозое (девон, карбон, пермь) фораминиферы достигли значительного разнообразия, в карбоне и перми господствовали фузулиниды, раковинами которых нередко сложены мощные толщи известняков. Фузулиновые известняки широко распространены на всех континентах, исключая

Австралию и Антарктиду. Фузулиниды являются хорошими руководящими ископаемыми для карбона и перми. В мезозое были широко распространены разнообразные песчаные и особенно известковые многокамерные формы, среди которых существенное значение имели разнообразные роталииды. Появившись в конце триаса, роталииды достигли широкого распространения в мелу и особенно в кайнозое. В позднемеловую эпоху планктонные роталииды участвовали в формировании мощных толщ писчего мела, главным составным элементом которого являются мельчайшие известковистые остатки растительного планктона — кокколитофориды. Так называемый глобигериновый ил накапливается и сейчас на обширных пространствах океанического дна. Породообразующими организмами в палеогене являлись нуммулитиды, их раковинами сложены мощные толщи нуммулитовых известняков, представляющих собой прекрасный строительный материал (например, египетские пирамиды сложены из блоков нуммулитовых известняков, из них построено много домов в Бахчисарае, Севастополе и Симферополе).

Фораминиферы имеют большое стратиграфическое значение для определения относительного возраста и корреляции осадочных горных пород на значительных территориях поверхности Земли. Наиболее важные руководящие формы принадлежат фузулинидам, роталиидам и нуммулитидам. Благодаря своему быстрому изменению во времени, широкому горизонтальному распространению, хорошей сохранности раковины и массовой встречаемости в горных породах представители этих отрядов сыграли большую роль в разработке детальной стратиграфии карбона и перми (фузулиниды), мела, палеогена и неогена (роталииды), палеогена (нуммулитиды).

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип простейшие.
2. Рассмотреть подкласс фораминиферы: строение мягкого тела, скелета, размножение и развитие, образ жизни.
3. Используя определитель и таблицы с изображением простейших, определить родовую принадлежность 3-4 предлагаемых в коллекции экземпляров.

4. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 (2 ч)**

**Тема: Многоклеточные. Тип SPONGIA (губки).**

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами многоклеточных, подробно рассмотреть тип SPONGIA (губки), выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых многоклеточных.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### **План.**

- 1. Многоклеточные.**
- 2. Тип SPONGIA. Губки.**

#### ***1. Многоклеточные***

В отличие от одноклеточных простейших организмов тело многоклеточных состоит из клеток и межклеточного вещества, образующих различные ткани и органы. Среди тканей выделяют эпителиальную, соединительную, кровь, мышечную, нервную. Органы состоят из комплекса тканей, все они связаны друг с другом в своей деятельности. Различают органы движения, пищеварения, дыхания, кровообращения, выделения, размножения. Деятельность всех органов регулируется и связывается нервной и кровеносной системами. Большинство многоклеточных размножается половым путем при помощи половых клеток, у некоторых (кишечнополостных) наблюдается чередование полового и бесполого поколений.

Все многоклеточные организмы разделяются на две группы: низшие и высшие многоклеточные.

#### **Низшие многоклеточные**

К низшим многоклеточным относят губок и архециат, а

также некоторых, близких по строению вымерших групп организмов, систематическое положение которых еще не выяснено. Тело низших многоклеточных состоит из клеток, не дифференцированных на ткани и органы, настоящая нервная система отсутствует, эмбриональное развитие отличается от эмбрионального развития всех остальных многоклеточных.

## 2. Тип SPONGIA. Губки

К этому типу принадлежат наиболее примитивные многоклеточные организмы, не имеющие ни настоящих тканей, ни обособленных органов. Губки являются водными, преимущественно морскими прикрепленными колониальными и одиночными организмами. В ископаемом состоянии встречаются в отложениях всех систем, начиная с кембрия.

*Строение мягкого тела.* Губки имеют разнообразную, часто неопределенную форму тела: мешковидную, бокаловидную, шарообразную, древовидную, кустообразную и т. д., величиной от нескольких миллиметров до 2 м и более. Тело каждой особи состоит из наружных плоских покровных клеток — *дермацитов* и внутренних жгутиковых — *хоаноцитов*. Между ними находится бесструктурное студенистое вещество — мезогля, выделяемое особыми клетками и составляющее основу тела губки. В мезоглею погружены звездчатые клетки, формирующие скелет, а также клетки-амебоциты и археоциты, выполняющие различные функции (пищеварение, выделение, размножение). Вода, насыщенная кислородом и микроорганизмами — продуктами питания, поступает в тело губки через поры, проходит сквозь систему каналов и попадает во внутреннюю полость, которую имеют все типы губок. Ток воды происходит непрерывно, он вызывается ритмичным движением жгутиков. Вывод воды и продуктов обмена происходит через одно или несколько крупных отверстий, расположенных в верхней части тела животного.

Очень важной особенностью всех губок является наличие системы каналов, полостей и камер, создающей ирригационную систему для доставки пищи, газообмена и выделения. В

зависимости от строения ирригационной системы все губки делятся на три главных типа: асконоидный, сиконоидный и лейконоидный (рис. 8). Первый тип — **аскон** — наиболее примитивный, он встречается у некоторых взрослых известковых губок, у которых жгутиковые клетки выстилают всю внутреннюю полость. Примитивную стадию аскона проходят все губки в процессе онтогенеза в послеличиночный период развития. Второй тип — **сикон** — имеет складчатую стенку, образующую особые камеры или трубчатые полости, выстланные в углублениях жгутиковыми клетками, хотя сама внутренняя полость покрыта плоскими клетками. Третий тип — **лейкон** — имеет наиболее сложное строение: стенка тела достигает значительной толщины, округлые жгутиковые камеры находятся внутри тела губки и сообщаются с внутренней полостью отводящей системой каналов. Большинство губок имеет лейконоидный тип ирригационной системы. Наибольшая сложность системы каналов наблюдается у колониальных губок.

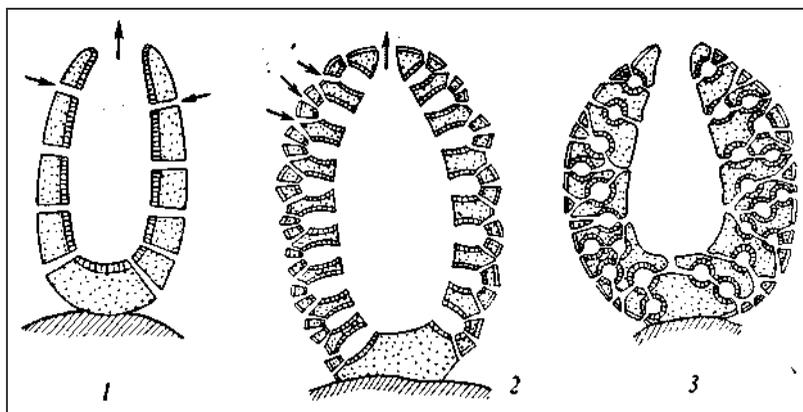


Рис. 8. Продольные сечения губок с различными типами ирригационной системы: 1 — аскон; 2 — сикон; 3 — лейкон

*Строение скелета.* Скелет губок, расположенный в мезоглее, поддерживает ее мягкое тело и придает ему ту или иную форму. По составу скелет может быть органическим или минеральным. Органический (роговой) скелет имеет роговые эластичные волокна, состоящие из белкового вещества —

спонгина, выделяемого особыми клетками — спонглобластами. Минеральный скелет состоит из отдельных игл — спикул и по составу может быть известковым или кремнистым. Только минеральный скелет позволяет губкам сохраняться в ископаемом состоянии. Состав и строение скелета являются важнейшими диагностическими признаками для классификации губок. У известковых губок каждая спикула состоит из одного кристалла кальцита; по форме выделяются одноосные, трехосные и четырехосные спикулы (рис. 9, 1, 2). Основными являются трехосные спикулы, образующие их три луча расположены в разных плоскостях. Обычно спикулы не связаны между собой, иногда соединяются концами, образуя решетчатый (фаретронный) скелет (рис. 9, 1). Спикулы кремневых губок состоят из опала. По величине они делятся на крупные (макросклеры) и мелкие (микросклеры). Основу скелета образуют макросклеры, их обычно можно видеть простым глазом; микросклеры рассеяны в мезоглее. По форме макросклеры могут быть одноосными, трехосными, четырехосными и многоосными. Одноосные спикулы имеют вид палочки с различно построенными концами. Трехосные спикулы имеют шесть лучей, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Эти лучи часто соединяются вместе, срастаются, образуя сложный и прочный сетчатый (диктиональный) скелет (рис. 9, 9). Четырехосные спикулы состоят из четырех лучей, расходящихся под разными углами (рис. 9, 10—13). Грубые крупные четырехосные спикулы часто плотно соединяются друг с другом, образуя связный (литистидный) скелет (рис. 9, 12). Иногда встречаются многоосные спикулы звездчатой формы с 8—10 лучами и даже более. Микросклеры имеют различную форму — от одноосной до многоосной (рис. 9, 5—8).

*Систематика.* В основу систематики губок положены особенности строения и химического состава их скелета. Однако до сих пор нет общепринятой классификации. Большинство исследователей тип губок подразделяют на три класса: *Calcisporidia* (известковые губки), *Demospongia* (обыкновенные губки) и *Hexactinellida* (шестилучевые губки). В последние годы

был выделен новый класс *Sclerospongia* (склероспонгии) — известковые губки с кремневыми спикулами, геологическая история которого еще не выяснена.

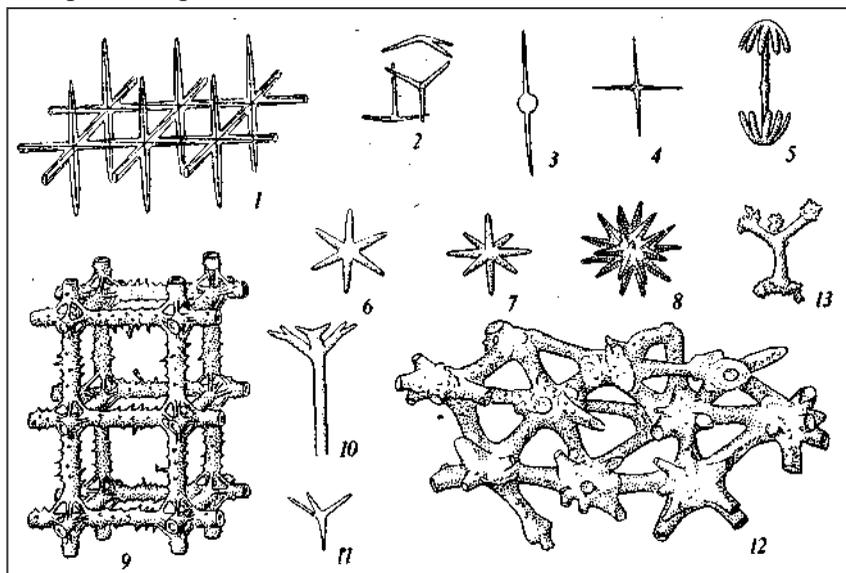


Рис. 9. Спикулы губок

1 — 2 — спикулы известковых губок: 1 — решетчатый (фаретронный) скелет, 2 — трехосные спикулы; 3—13 — спикулы кремневых губок: 3—8 — микросклеры, 9 — сетчатый (диктиональный) скелет, 10, 11, 13 — макросклеры, 12 — связный (литистидный) скелет

**Класс *Demospongia*. Обыкновенные губки.** К этому классу относятся морские, реже пресноводные формы с ирригационной системой типа лейкон. Скелет кремневый, роговой или смешанный. Кремневый скелет имеют так называемые каменные губки разнообразной формы. Скелет этих губок состоит из грубых четырехосных спикул, плотно спаянных друг с другом (рис. 9, 12). Роговые губки имеют сложно построенный спонгиновый скелет, они крайне редко встречаются в ископаемом состоянии. Кроме того, выделяются сверлящие губки, скелет которых состоит из одноосных макросклер и звездчатых микросклер. Они живут в известковых породах, раковинах моллюсков, на кораллах. Обыкновенные губки известны с протерозоя и доныне.

**Класс Hexactinellida. Шестилучевые губки.**

Шестилучевые или стеклянные губки имеют скелет, состоящий из трехос

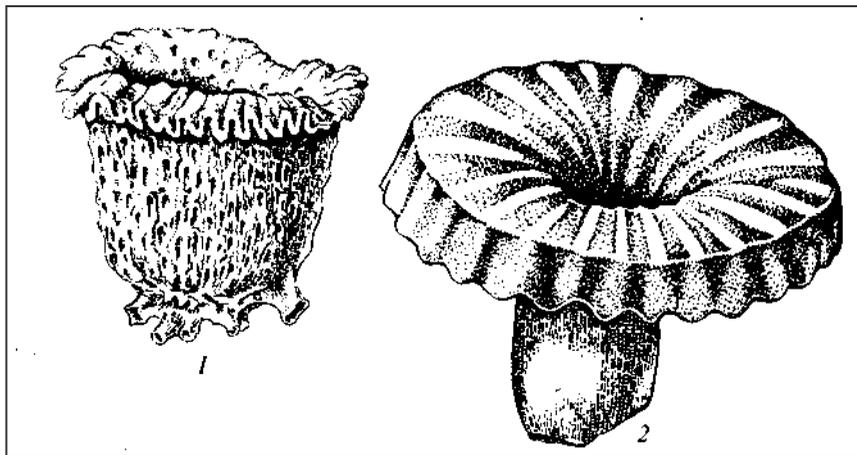


Рис. 10. Класс Hexactinellida.

Роды: 1 — *Ventriculites* (поздний мел), 2 — *Coeloptychium* (поздний мел)

ных кремневых спикул. Крупные макросклеры (несколько десятков сантиметров) могут быть свободными и спаянными. В последнем случае они образуют решетчатый скелет. Микросклеры трехосные или звездчатые. Внешняя форма этих губок весьма разнообразна. Протерозой — ныне. Представители: род *Ventriculites* (юра — ныне, особенно широко в позднем мелу) (рис. 10, 1), род *Coeloptychium* (поздний мел) (рис. 10, 2).

**Класс Calcispongia. Известковые губки.** К этому классу относятся наиболее примитивно построенные губки с тремя типами строения тела: аскон, сикон, лейкон. Скелет состоит из микроскопических известковых спикул: одно-, трех-, четырехосных, чаще всего не спаянных между собой. В ископаемом состоянии сохраняются губки только с решетчатым скелетом, у большинства после гибели скелет распадается на отдельные спикулы. Девон — ныне (особенно широко были распространены в юре и мелу).

**Образ жизни.** Губки — водные, преимущественно морские

прикрепленные организмы, обитающие на различных глубинах, большей частью на глубине 150—300 м. В прибрежной зоне живут известковые или каменистые губки с прочным скелетом или роговые губки с эластичным скелетом. В пределах шельфа распространены каменистые губки, на больших глубинах (до 600 м) преобладают стеклянные губки. Одни губки прирастают к твердым предметам, другие лежат на дне, третьи могут прикрепляться к рыхлому грунту корневыми пучками спикул. Весьма разнообразная форма тела губок приспособлена к условиям обитания. Губки населяют все моря, но в тропическом поясе они значительно богаче видами.

*Геологическая история.* Находки спикул губок известны в породах протерозоя, а в кембрийских отложениях встречаются представители почти всех отрядов, существующих в настоящее время. В раннем палеозое были развиты кремневые губки, первые известковые формы появились в девоне. Большие скопления губок — «губковые слои» встречаются в отложениях юрской и меловой систем. В кайнозое губки были распространены в меньшей степени, чем в мезозое. Все палеозойские губки обитали в мелководных зонах морей, а мезозойские — как в мелководных, так и в глубоководных. Пресноводные губки известны по разрозненным спикулам в мезозойских и кайнозойских озерных и речных отложениях (начиная с юрских).

### Задание для самостоятельной работы

1. Рассмотреть отличие одноклеточных простейших организмов от многоклеточных.
2. Рассмотреть тип *SPONGIA* (губки): строение мягкого тела, скелета, образ жизни.
3. Используя определитель и таблицы с изображением многоклеточных простейших, определить родовую принадлежность 3-4 предлагаемых в коллекции экземпляров.
4. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 (2 ч)

**Тема:** Многоклеточные. Тип COELENTERATA (кишечнополостные). Класс Anthozoa (коралловые полипы).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами высших многоклеточных, подробно рассмотреть класс коралловые полипы, установить по ископаемым остаткам кораллов различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых кораллов.
2. Таблицы с изображением ископаемых кораллов, лупы.

### План.

#### 1. Высшие многоклеточные.

##### 1. Тип COELENTERATA. Кишечнополостные.

##### 2. Класс Anthozoa. Коралловые полипы.

#### 1. Высшие многоклеточные

К высшим многоклеточным относят все рассматриваемые ниже типы животных, которые имеют дифференцированные ткани и органы, развивающиеся из двух или трех зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы. На этом основании все высшие многоклеточные разделены на две неравные группы: двухслойных или радиальных (Radialia) и трехслойных или двусторонне-симметричных (Bilateralia).

**Радиальные.** В эту группу входят многоклеточные животные, которые имеют радиальную симметрию тела. Через имеющуюся у них ось симметрии можно провести несколько плоскостей симметрии. Среди высших многоклеточных радиальные являются наиболее примитивными, их ткани развиваются из двух зародышевых листков — эктодермы и

энтодермы (отсюда второе название — двухслойные). Радиальная симметрия тела возникла в связи с прикрепленным или подвижным, парящим в воде образом жизни.

Среди радиальных выделяют два типа: кишечнополостные (Coelenterata) и гребневики (Stenophora). Ниже рассматриваются только кишечнополостные, так как гребневики в ископаемом состоянии не встречены.

## **2. Тип COELENTERATA. Кишечнополостные**

Кишечнополостные, или целентераты, представляют собой многоклеточные, двухслойные, радиально-симметричные организмы, обитающие в водной, преимущественно морской среде. К ним относятся гидроидные полипы, кораллы, медузы и другие организмы. Существуют две жизненные формы кишечнополостных: полипы, ведущие прикрепленный образ жизни, и медузы — свободно плавающие. Скелетные остатки кишечнополостных известны с кембрия, в отложениях верхнего протерозоя (в венде) были обнаружены лишь отпечатки.

*Строение мягкого тела.* Тело кишечнополостных имеет вид мешка с внутренней кишечной (гастральной) полостью, нередко разделенной перегородками на камеры, и отверстием на одном конце (рис. 11). Стенки тела состоят из двух слоев клеток: наружного — эктодермы и внутреннего — эндотермы, выстилающей кишечную полость. Между ними расположен слой студенистой мезоглеи. Отверстие на конце тела называется *ротовым*. Оно связывает кишечную полость с внешней средой и выполняет функцию вводного и выводного. Рот окружен венчиком полых или сплошных щупалец, снабженных *стрекательными клетками*. Стрекательные клетки расположены в слое эктодермы и содержат скрученную полую нить. В ответ на раздражение они выбрасывают эту нить, и ядовитая жидкость, содержащаяся в нити, парализует мелких животных.

Кишечнополостные — хищники, они питаются личинками, мелкими ракообразными, рыбами; щупальца окружают добычу и проталкивают ее через рот в кишечную полость. Кишечнополостные обладают настоящими нервными клетками.

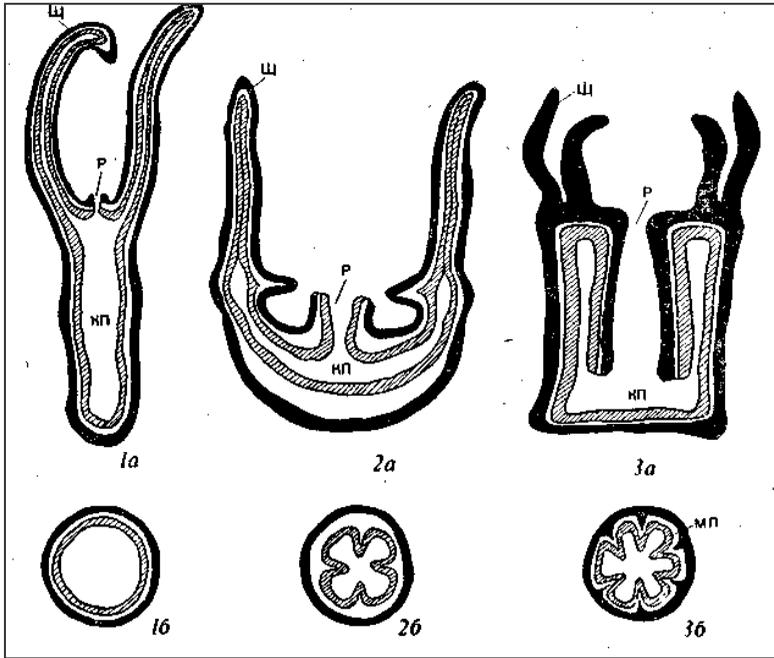


Рис. 11. Схема строения кишечнополостных:

1 — гидроидных, 2 — сцифоидных, 3 — коралловых полипов; сечения: а — продольное, б — поперечное, кп — кишечная полость, мп — мягкие перегородки, р — рот, щ — щупальца. Черным цветом показана эктодерма, косой штриховкой — энтодерма, между ними — мезоглея.

Последние соединяются между собой отростками и образуют неравномерную сеть в теле животного. Это создает возможность примитивной координации. Подобное соединение клеток иногда называют диффузным. Дыхательная система у кишечнополостных отсутствует, а функцию дыхания выполняет поверхность тела. Кровеносная и выделительная системы также отсутствуют. Кишечнополостные размножаются половым или бесполом путем. У некоторых из них в жизненном цикле наблюдается чередование полового и бесполого поколения (рис.12). Половым организмом является свободно передвигающаяся колоколообразная медуза, бесполом — прикрепленный полип. Размножение полипов происходит

простым почкованием или делением, при этом могут образовываться колонии. Полипы и медузы нередко существуют и как самостоятельные организмы. Эктодерма многих полипов может выделять наружный скелет, известковый или органический.

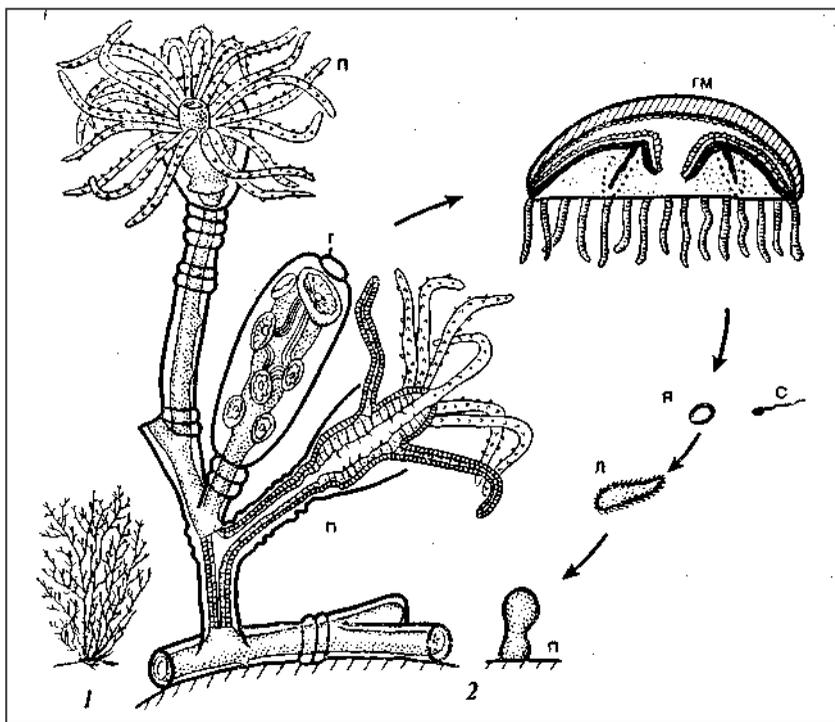


Рис. 12. Строение и жизненный цикл морского колониального гидроида *Obelia*

1 — общий вид колонии; 2 — схема чередования поколений гидромедуз (гм) и полипов (п), г — гонангий — ячейка, в которой созревают гидромедузы, п — почки гидромедуз, л — личинка, с — сперматозоид (мужская гамета), я — яйцеклетка (женская гамета)

**Систематика.** Тип кишечнотелостных на основании внутреннего строения мягкого тела и скелета, характера размножения подразделяется на три класса: Hydrozoa, Scyphozoa, Anthozoa.

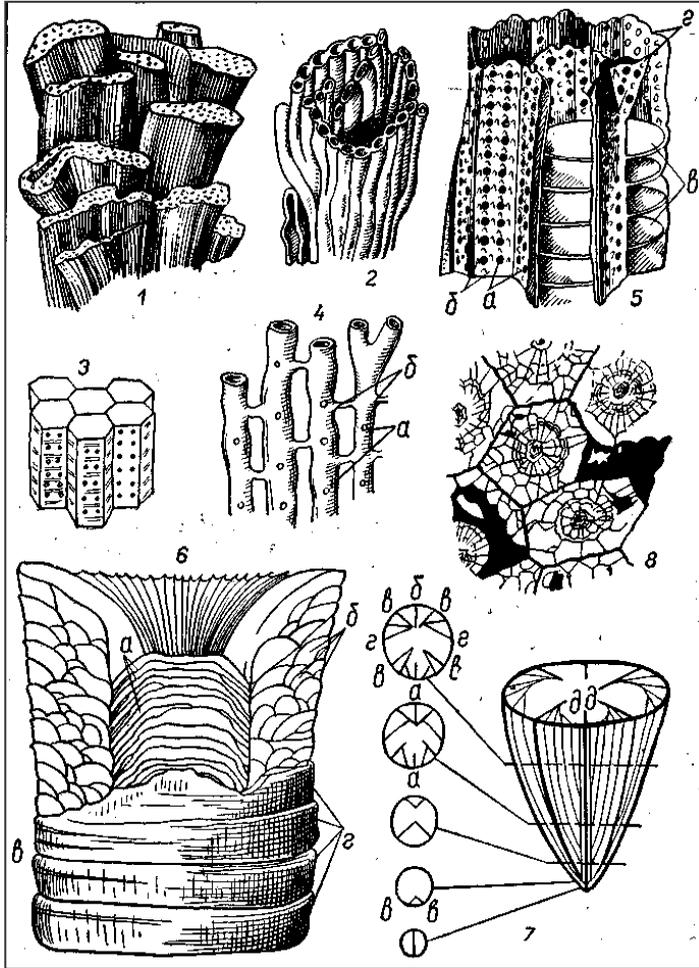


Рис. 13. Гидроидные и коралловые полипы:

1—3 — полипняк массивный; 2 — полипняк ветвистый; 4 — строение кораллитов сирингопоры (*a* — поры, *б* — трубчатые пере­мычки); 5 — строение кораллитов фавозита (*a* — поры, *б* — вертикальные ряды шпиков, *в* — днища, *г* — стенки ячеек); 6 — строение одиночного коралла *Rugosa* (*a* — выпуклые днища, *б* — периферическая зона пузыряч­той ткани, *в* — поперечные знаки нарастания, *г* — морщины, ругулы); 7 — схема заложения и порядок септ у четырехлучевых кораллов (*a* — главная септа, *б* — противоположная септа, *в* — боковые септы, *г* — добавочные септы, *д* — фоссула); 8 — схема строения колониального коралла — ругоза

### 3. Класс Anthozoa. Коралловые полипы

Коралловые полипы — наиболее высокоорганизованные целентераты, исключительно морские, колониальные или одиночные. В своем развитии они проходят только полипоидную стадию, медузоидная стадия отсутствует. В отличие от гидроидных (рис.13) кораллы имеют сложно устроенную кишечную полость. Щелевидный рот, окруженный венцом щупалец, ведет в глотку (рис. 14, 1). Кишечная полость разделена мягкими перегородками на камеры. Количество перегородок соответствует числу щупалец. Кораллы являются хищниками и могут захватывать своими щупальцами мелких рыб.

*Строение скелета.* Большинство кораллов выделяют наружный известковый скелет, и лишь небольшая группа имеет внутренний, известковый или роговой скелет. Скелет одного полипа называется кораллитом, скелет колонии — полипняком. Внутри кораллита, имеющего вид короткой или длинной трубки, располагаются скелетные элементы: вертикальные перегородки — септы, горизонтальные перегородки — днища, а также могут присутствовать выпуклые известковистые пластинки, образующие пузырчатую ткань, и вертикальный стержень — столбик, расположенный в центре кораллита. Полип занимает лишь верхнюю часть кораллита — чашку, отделенную от остальной части днищем (рис. 14, 2). По мере роста коралла стенки его чашки надстраиваются и полип перемещается вверх.

*Систематика.* Класс Anthozoa по количеству и строению мягких перегородок кишечной полости, наличию наружного или внутреннего скелета, строению и степени развития септ разделен на шесть подклассов: Tabulata, Heliolitoidea, Chaetetida, Tetracoralla, Hexacoralla, Octocoralla.

*Подкласс Tabulata. Табуляты.* Табуляты являются наиболее примитивной вымершей группой кораллов. Это исключительно колониальные организмы, имеющие трубчатые известковые кораллиты (рис. 15). Септальный аппарат представлен шипами и короткими пластинами. Заложение и количество септ неопределенное. В кораллитах хорошо развиты днища. Во многих полипнях кораллиты сообщаются между

собой отверстиями в виде пор или трубок, по которым соединялись гастральные полости соседних полипов. Форма кораллитов зачастую зависит от типа полипняка.

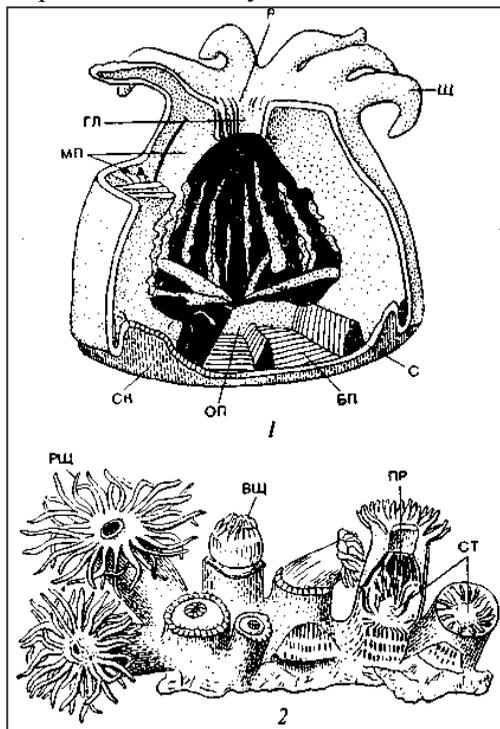


Рис. 14. Строение современных коралловых полипов (подкласс Hexacoralla)

1 — полип со скелетом у склерактиний; 2 — общий вид колонии, бп — базальная пластинка, вщ — полип с втянутыми щупальцами, гл — глотка, мп — мягкие перегородки, оп — основание полипа, пр — продольный разрез полипа, р — рот, рщ — полип с расправленными щупальцами, с - септа, ск — стенка кораллита, ст — столбик, щ — щупальце

Наиболее распространены следующие типы полипняков: 1) массивные с длинными многоугольными или округло-многоугольными сообщающимися или несообщающимися кораллитами, 2) цепочечные с длинными овальными несообщающимися кораллитами, 3) стелющиеся с короткими округлыми конусовидными несообщающимися кораллитами и 4) кустистые с длинными округлыми кораллитами, сообщающимися между собой при помощи трубок.

Табуляты являлись порообразующими организмами, участвовавшими в формировании органогенных построек в силуре и девоне. Кембрий — триас. Представители: род *Favosites* (силур — пермь) (рис. 15, 1), род *Halysites* (поздний ордовик — поздний силур) (рис. 15, 2)

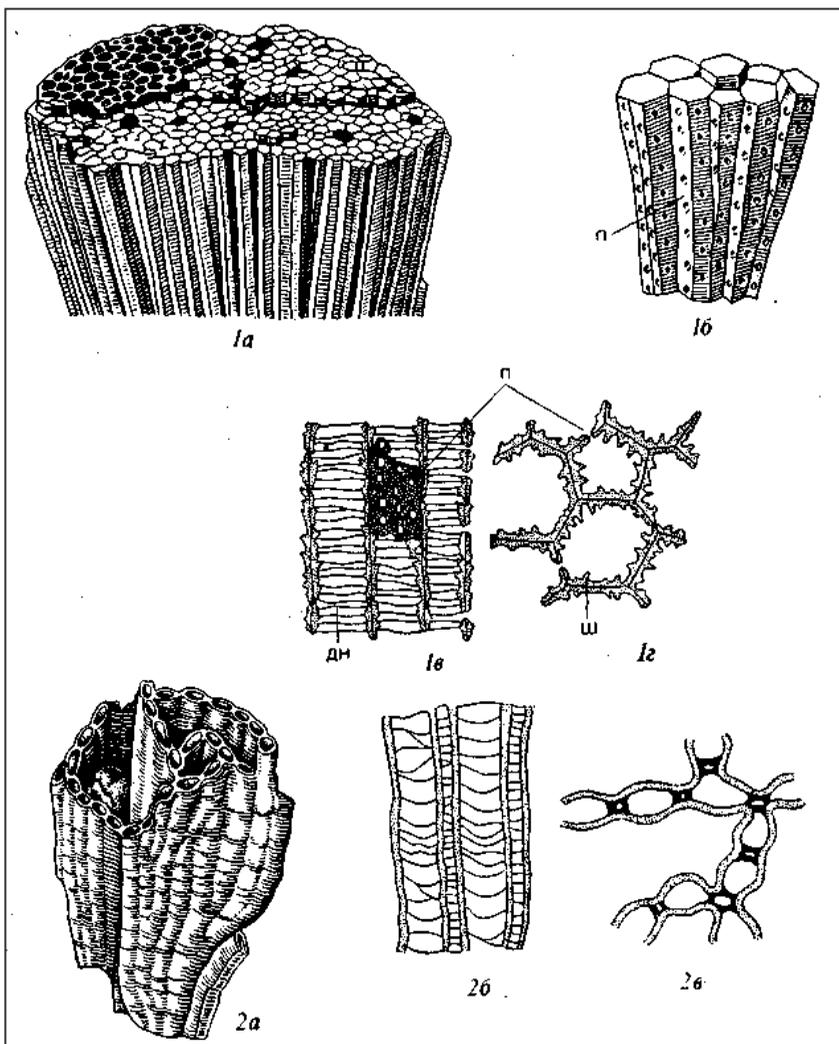


Рис. 15. Представители подкласса Tabulata

1 - род *Favosites* (силур — пермь): а — общая форма полипняка, б — несколько кораллитов (видны пористые стенки), в — продольный разрез (видны днища и ряды шипов), г — поперечный разрез; 2 — род *Halysites* (силур): а — общий вид полипняка, б — продольный разрез, в — поперечный разрез, дн — днище, п — поры, ш — шипы

**Подкласс *Hexacoralla* (шестилучевые кораллы).**

Шестилучевые кораллы как колониальные, так и одиночные животные. Число перегородок у них равно или кратно шести. Кораллиты имеют конусообразную форму у одиночных кораллов и цилиндрическую в полипниках колониальных кораллов.

Подкласс Восьмилучевые кораллы (*Octocoralla*). Октокораллы современные и ископаемые исключительно колониальные животные. Полипы соединяются друг с другом хорошо развитой межполипной тканью (ценосарком). Скелет внутренний, закладывается в мезоглее в виде спикул, известковых или роговых. Спикулы могут сливаться вместе, образуя массивный скелет в виде трубок, соединенных промежуточным скелетом. Октокораллы в ископаемом состоянии встречаются редко. Находки их известны с триаса. Современные октокораллы, вместе с гексакораллами, участвуют в образовании рифов. Представитель: род *Tubipora* (неоген — ныне) (рис. 16).

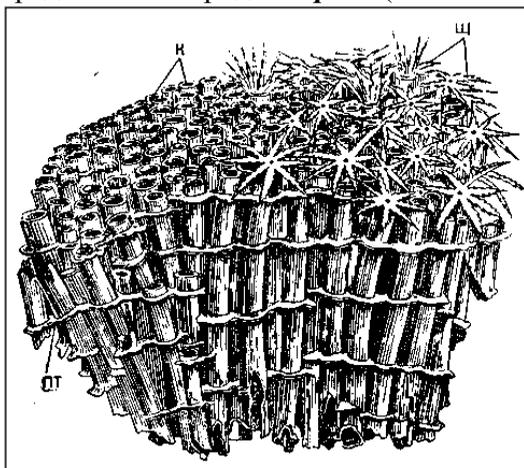


Рис. 16. Представитель подкласса *Octocoralla*, род *Tubipora* (неоген-ныне).  
к — кораллиты,  
пт — промежуточная  
ткань,  
щ — щупальца

#### Геологическая история. Первые

находки остатков кишечнополостных были сделаны в позднем протерозое (венде). Этими находками были отпечатки сцифозой. И лишь в кембрии появляются скелетные остатки гидроидных. В позднем кембрии уже встречаются остатки табулят, от которых в среднем ордовике отделились две ветви кораллов — тетракораллы и гелио-литоидеи. В ордовике же появляются первые хететиды, вопрос о происхождении которых в настоящее время не решен.

В течение палеозоя были широко распространены табуляты, гелиолитоидеи, хететиды, тетракораллы, гидроидные, сцифозои. Среди кораллов первыми начинают вымирать гелиолитоидеи, их история заканчивается в среднем девоне. В конце палеозоя исчезают табуляты и тетракораллы. В мезозое происходит полное обновление кораллов: появляются гексакораллы, отделившиеся от тетракораллов, и октокораллы. Продолжают существовать хететиды, вымирающие в позднем мелу, гидроидные. В современных морях и океанах широко представлены гексакораллы, октокораллы, гидроидные, сцифозои.

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть высшие многоклеточные организмы.
2. Рассмотреть тип кишечнополостные: строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
3. Рассмотреть класс коралловые полипы. Используя определитель и таблицы с изображением ископаемых кораллов, определить родовую принадлежность 3-4 предлагаемых в коллекции форм.
4. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7 (2 ч)

**Тема:** Многоклеточные. Тип **ARTHROPODA** (членистоногие). Класс **Trilobita** (трилобиты).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами членистоногих, подробно рассмотреть класс трилобиты, установить по ископаемым остаткам трилобитов различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых трилобитов.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### План.

1. Тип **ARTHROPODA**. Членистоногие.
2. Класс **Trilobita**. Трилобиты.

#### *1. Тип ARTHROPODA. Членистоногие*

Членистоногие — животные с двусторонне-симметричным телом, состоящим из отдельных сегментов и покрытым панцирем. Панцирь, представляющий собой наружный скелет, состоит из органического вещества и часто в различной степени минерализован. Сегментация тела проявляется как в строении внутренних органов, так и наружного скелета. Количество сегментов весьма различно и достигает 180. Сегменты объединены в отделы, в пределах которых часто наблюдается их полное или частичное слияние. Каждый сегмент несет парные членистые конечности, выполняющие различные функции и в соответствии с этим различно построенные. Отдельные элементы панциря подвижно соединены друг с другом, что определяет высокую подвижность тела.

К панцирю с внутренней стороны прикрепляется

мускулатура и внутренние органы. Обычно хорошо развиты органы дыхания (жабры, трахеи); кровеносная система незамкнутая; хорошо развита нервная система и органы чувств (вкуса, обоняния, осязания, слуха, зрения); строение пищеварительной системы зависит от способа питания. Размножение половое, часто развитие идет со сложными превращениями личинки во взрослое животное. Рост членистоногих связан с периодической линькой, так как увеличение размеров тела возможно лишь при сбрасывании жесткого и тесного старого панциря.

Членистоногие являются наиболее многочисленным типом, в который входит, по современным подсчетам, от 1 до 2 млн. видов. Они приспособлены к жизни в различных условиях водной и воздушной среды. Ныне живущие мечехвосты, раки, крабы, дафнии, ракушковые и усоногие рачки, так же как и вымершие трилобиты и ракоскорпионы, — обитатели морей и континентальных водоемов. Суша заселена разнообразными насекомыми, пауками и клещами. Палеонтологический материал позволяет предположить, что членистоногие произошли от кольчатых червей. Самые древние остатки этих животных находят в верхнепротерозойских отложениях.

*Tun Arthropoda* подразделяется на пять подтипов: *Trilobitomorpha* (трилобитообразные), *Branchiata* (жабродышащие), *Chelicerata* (хелицеровые), *Tracheata* (трахейные) и *Proboscifera* (пробосциферы). Классификация и систематика членистоногих основана на видоизменении сегментации тела, специфике строения конечностей и органов дыхания.

**Подтип TRILOBITOMORPHA (трилобитообразные).** Вымершие морские животные с продольно - трехраздольным панцирем. Выделяются головной и хвостовой отделы, образованные обычно путем слияния нескольких сегментов, и четко сегментированный туловищный отдел. Расцвет трилобитообразных приходится на ранний палеозой; к концу палеозоя они полностью вымерли. Делятся на три класса, из которых класс *Trilobita* наиболее многочисленный, разнообразный и хорошо изученный.

## 2. Класс *Trilobita*. Трилобиты

Трилобиты — палеозойские морские членистоногие с удлинено-овальным и уплощенным в спинно-брюшном направлении телом. В поперечном направлении тело разделено на три отдела: головной, туловищный и хвостовой. В продольном направлении тело трилобита разделено двумя продольными понижениями на осевой и два боковых отдела; эти отделы протягиваются от переднего до заднего конца тела животного. Тело со спины защищено тонким, но прочным панцирем (спинным щитом). Панцирь частично продолжается и на брюшную сторону в виде заворота, но в основном брюшко покрыто мягкой пленкой — мембраной.

*Строение мягкого тела.* Исследования с использованием рентгеновских лучей, проведенные в последние годы, позволили расширить наши знания о строении мягкого тела этих животных. Пищеварительная система трилобитов состояла из глотки, грушевидного желудка и кишки, которые помещались в пределах осевого отдела, причем желудок находился в головном отделе. Вокруг желудка располагались органы, участвовавшие в пищеварении (печень). Кровеносная система была представлена, возможно, спинным сосудом (сердцем) и сетью кровеносных сосудов, отпечатки которых иногда видны на боковых частях головного отдела. Жабры не известны; предполагается, что газообмен осуществлялся мягкими покровами брюшка. Наличие у трилобитов глаз, часто сложных, следы присутствия органов осязания и других рецепторов (образований, воспринимающих различные раздражения) — все это говорит о хорошо развитой нервной системе.

*Строение скелета.* Спинной щит расчленяется на три части: цефалон (головной щит), туловище и пигидий (хвостовой щит). В продольном направлении все части двумя спинными бороздами делятся на три лопасти — выпуклую осевую и две уплощенные боковые (рис. 17, 1).

*Цефалон* обычно имеет полукруглые очертания с прямым задним краем. Он состоит из нескольких полуподвижно

соединенных пластин, представляющих видоизмененные и сросшиеся сегменты панциря. Осевая лопасть цефалона, более или менее выпуклая, называется *глабелью*. Глабель ограничена спинными бороздами и имеет очертания от конической до грушевидной; она может доходить до переднего края щита, но иногда бывает короткая и перед ней в этом случае располагается уплощенное фронтальное поле и валиковидная кайма (рис. 18, 1). Очень часто глабель рассечена поперечными (боковыми) бороздами на боковые лопасти. Участки щита по обе стороны глабели называются *щеками*, заднебоковые части которых могут иметь угловатые очертания или даже вытягиваться в шипы. Обычно на щеках расположены глаза (исключением являются слепые формы); щеки лицевыми швами (узкими линейными не минерализованными участками панциря) разделяются на неподвижные — примыкающие к глабели и подвижные — занимающие краевое положение. Глабель вместе с неподвижными щеками и фронтальным полем образует *кранидий*. Вдоль заднего края цефалона протягивается задняя краевая борозда, отделяющая заднюю кайму и затылочное кольцо, которые образуют элемент, похожий на сегменты туловища. Глаза несут зрительную поверхность, расположенную, как правило, на выступах (бугорках, пеньках); зрительная поверхность состоит из различного числа линзочек — фасеток. Лицевые швы рассекают глаза таким образом, что зрительная поверхность остается на подвижной щеке. Части лицевых швов перед глазами называются передними ветвями; они обычно сливаются перед глабелью на спинной или брюшной стороне. Части лицевых швов, расположенные позади глаз, — задние ветви; они пересекают задний (заднещечные) или переднебоковой край (переднещечные), но в редких случаях проходят прямо к щечному углу (угольнощечные) (рис. 18, 3). Подобные швы располагаются и на брюшной стороне; они разделяют особые пластины, среди которых наиболее важной и характерной по своему строению является *гиностома* — пластинка, расположенная перед ротовым отверстием (рис. 18, 2). По швам панцирь трилобита лопался при линьке.

На брюшной стороне цефалона располагается пара

одноветвистых многочленистых придатков — *антенн*, являющихся органами осязания, и четыре пары конечностей, которые, вероятно, служили для захвата и перетиранья пищи.

Туловище состоит из подвижно сочлененных *сегментов*, количество которых меняется в широких пределах (от 2 до 44), но постоянно у взрослых особей одного вида. Каждый сегмент — узкая, поперечно вытянутая полоска панциря, на которой спинные борозды отделяют осевое кольцо и две боковые части (плевры). Кроме этого, сегменты несут различные приспособления, позволяющие им не только прочно соединяться друг с другом, с цефаломом и пигидием, но и сохранять большую относительную подвижность. Многие трилобиты могли свертываться в продольном направлении и, смыкая внешние края цефалона и пигидия, прятать мягкое брюшко под твердым панцирем. Каждый туловищный сегмент несет пару конечностей. Каждая конечность двуветвистая и состоит из трех элементов — одночленистого основания и двух многочленистых ветвей. Нижняя ветвь — ходильная ножка; верхняя, снабженная многочисленными пластинками, служила для плавания, зарывания, соскребания пищи (см. рис. 17, 2).

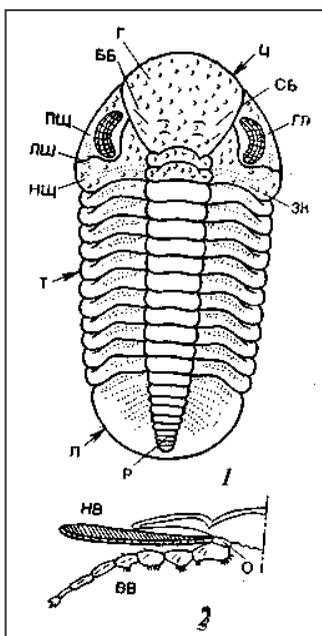


Рис. 17. Строение спинного щита и конечностей трилобитов:

1 — спинной щит: бб — боковая борозда глабели, г — глабель, гл — глаз, зк — задняя краевая борозда, лш — лицевой шов, нщ — неподвижная щека, п — пигидий, пщ — подвижная щека, р — рахис, сб — спинная борозда, т — туловище, ц — цефалон; 2 — конечность: вв — внутренняя ветвь, нв — наружная ветвь, о — основание

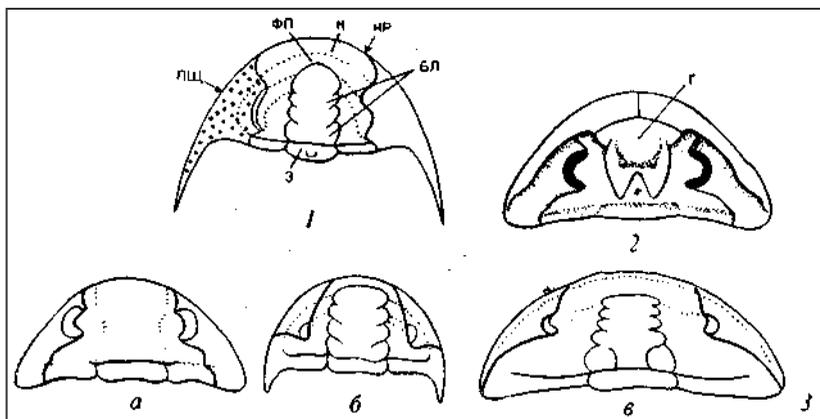


Рис. 18. Строение цефалона и гипостомы трилобитов

1 — кранидий и подвижные щеки: бл — боковые лопасти глабелы, з — затылочное кольцо, к — краевая кайма, кр — кранидий, пщ — подвижная щека, фп — фронтальное поле; 2 — строение гипостомы (вид с брюшной стороны): г — гипостома; 3 — строение лицевых швов: а — заднешёчные, б — переднешёчные, в — угольнощёчные

*Пигидий* представляет единую панцирную пластину, образованную неразделенными (очень редко частично разделенными) сегментами, число которых различно. Спинные борозды, продолжаясь на пигидий, отделяют осевую лопасть (рахис) и две боковые. Передний край щита прямой, а задний имеет обычно округлые очертания. Сегментация, как правило, четко проявляется на осевой лопасти в виде колец и несколько хуже на боковых частях пигидия в виде ребер. На брюшной стороне пигидия располагались конечности, число которых, вероятно, не всегда отвечало числу сегментов в пигидий.

Поверхность спинного щита может быть гладкой или нести различные бугорки, ямки, валики, шипы, которые представляли собой места прикрепления и расположения различных сенсорных органов (органов чувств). Однако орнаментальные шипы могли играть и роль защитных приспособлений, так же как и шипы на щечных углах, передней части цефалона и заднем крае пигидия.

В своем развитии трилобиты проходят несколько личиночных стадий; в процессе роста они набирают полное число туловищных сегментов в результате постепенного отчленения последних от переднего края пигидия.

*Систематика.* Общепринятой естественной системы трилобитов не существует. В основу системы положены количество и строение сегментов туловища, строение цефалона (и в первую очередь характер глабели и положение лицевых швов), строение пигидия, орнаментация панциря.

*Подкласс Миомера. Миомеры (малочленистые).* Мелкие (до 20 мм) трилобиты с двумя или тремя сегментами туловища; цефалон и пигидий сходны как по размерам, так и по форме; в подавляющем большинстве слепые, у некоторых форм имеются переднещечные лицевые швы. Кембрий — ордовик. Подкласс разделен на два отряда, из которых ниже рассмотрен один.

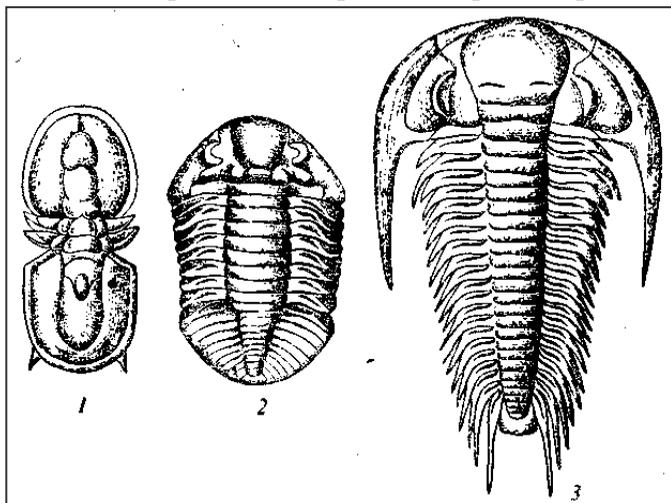


Рис. 19. Класс Trilobita. Трилобиты. Подклассы Миомера (1) и Polymora (2,3)

1 — род *Agnostus* (поздний кембрий); 2 — род *Asaphus* (средний ордовик); 3 — род *Paradoxides* (средний кембрий)

*Отряд Agnostida — агностиды.* Миомеры с двумя туловищными сегментами; пигидий и цефалон почти равных размеров; глаза и лицевые швы отсутствуют. Кембрий —

ордовик. Представитель: род *Agnostus* (верхний кембрий) (рис. 19, 1).

### **Подкласс *Polymera*. Полимеры (многочленистые).**

Различных размеров трилобиты с пятью и более туловищными сегментами. К этому подклассу относится подавляющее большинство известных трилобитов, весьма разнообразных по строению цефалона, туловища и пигидия. Кембрий — пермь. Подкласс разделен на 7 отрядов, из которых ниже рассмотрены два.

*Отряд Redlichiida — редлихииды.* Полимеры с длинным спинным щитом, относительно крупным цефалонем и обычно маленьким пигидием. Глабель разной формы, с хорошо развитыми боковыми бороздами. Глаза крупные, лицевые швы заднешечные, щеки, как правило, с четкими шипами на заднебоковых углах. Туловище содержит до 25 сегментов. Пигидий слабо сегментированный. Нижний и средний кембрий. Представитель: род *Paradoxides* (средний кембрий) (рис. 19, 3).

*Отряд Ptychopariida — птихопарииды.* Полимеры умеренно крупных размеров; цефалон обычно несколько больше пигидия. Глабель разной формы, иногда с хорошо развитыми боковыми бороздами. Глаза небольшие, лицевые швы, как правило, заднешечные, реже переднешечные. У древних форм туловище крупное, а пигидий небольшой; у молодых — туловище состоит из малого числа сегментов, но пигидий относительно крупный. Кембрий — пермь. Представитель: род *Asaphus* (средний ордовик) (рис. 19, 2).

*Образ жизни.* Трилобиты были морскими, в основном бентосными животными; они ползали по дну, разгребали мягкий осадок в поисках пищи, поглощали ил, богатый органическим веществом, рыли норки для отдыха и защиты. Некоторые малочленистые могли жить на дрейфующих водорослях. Плавали трилобиты медленно и поэтому важным способом пассивной защиты было свертывание. Личинки трилобитов вели планктонный образ жизни, что обеспечивало быстрое и широкое расселение трилобитов. Эти животные предпочитали селиться в морях с теплой, нормально соленой водой, в зоне мелководья.

В ископаемом состоянии сохраняются обычно части

панцирей, сброшенных при линьке, и реже встречаются остатки погибших животных.

*Геологическая история.* Трилобиты наиболее широко развиты в кембрий; в ордовике и силуре их количество сокращается; еще меньше трилобитов было в позднем палеозое; в перми вымирают последние представители. Следует отметить, что наличие остатков массы разнообразных трилобитов в самых нижних горизонтах кембрия указывает на сложный эволюционный путь, пройденный трилобитами еще в докембрии.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип (ARTHROPODA) членистоногие: строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть класс трилобиты. Используя определитель и таблицы с изображением ископаемых трилобитов, определить родовую принадлежность 3-4 предлагаемых в коллекции форм.
3. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8 (2 ч)**

**Тема:** Многоклеточные. Тип BRYOZOA (мшанки).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами типа мшанки, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни классов покрыторотые и голоротые, установить по ископаемым остаткам мшанок различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых мшанок.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

**План.**

1. Тип BRYOZOA. Мшанки.
2. Класс Phylactolaemata. Покрыторотые.

### 3. Класс Gymnolaemata. Голооротые.

#### 1. Тип BRYOZOA. Мшанки

Мшанки — исключительно колониальные преимущественно морские, реже пресноводные животные, ведущие прикрепленный образ жизни. По внешнему виду их колонии очень напоминают мох или водоросли. В настоящее время известно свыше 3000 современных и около 15 000 ископаемых видов. Мшанки появились в ордовике и дожили до наших дней.

*Строение мягкого тела.* Колония современных мшанок состоит из многочисленных особей — *зооидов*. У пресноводных мшанок они мономорфные (однотипные), а у морских — полиморфные. Среди последних выделяют *автозооиды* или питающие особи, и *гетерозооиды* — видоизмененные особи, выполняющие функцию защиты, прикрепления и т. д.

Автозооиды (рис. 20) имеют очень малые размеры, не превышающие 1 мм. Передний отдел тела называется полипидом, на его переднем конце находится *лофофор* — кольцевидный или подковообразный выступ, несущий щупальца вокруг ротового отверстия. Щупальца снабжены ресничками, создающими два тока воды: ко рту и ото рта. Мшанки питаются микроскопическими организмами, главным образом, простейшими и диатомовыми водорослями.

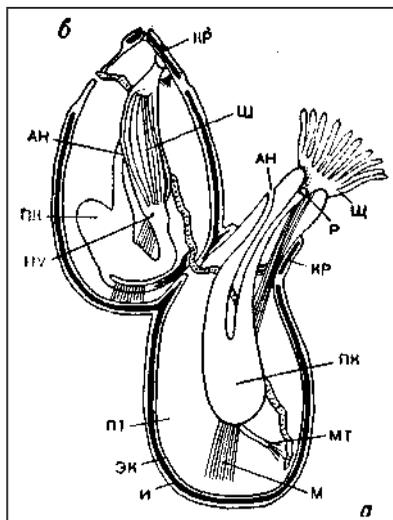


Рис. 20. Схема строения зооида:  
а — с вытянутыми щупальцами, б — с втянутыми щупальцами, ан — анальное отверстие, и — известковый слой, кр — крышечка (закрытая и открытая), м — мышцы, мт — мускульный тяж, ну — нервный узел, пк — пищеварительный канал, пт — полость тела, р — ротовое отверстие, щ — щупальца, эк — эктодерма

У пресноводных мшанок рот прикрыт особым выростом — эпистомом. Задняя часть тела, имеющая вид цилиндрического мешка, называется *цистидом*. Стенки цистида образованы кутикулой, иногда пропитанной известью. Пищеварительный тракт петлевидно изогнут и состоит из глотки, средней и задней кишки. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Функцию дыхания выполняют щупальца. Нервная система очень простая: состоит из нервного узла, расположенного между анальным и ротовым отверстиями, и нервных стволов.

К гетерозоидам, выполняющим специализированные функции, относятся авикулярии, вибракулярии и некоторые другие (рис. 21, *а, б*). Авикулярии имеют вид птичьей головки, они состоят из маленькой ячейки и подвижной «челюсти», снабженной сильными мышцами. Они выполняют защитную функцию, схватывая или отгоняя различных животных. Вибракулярии представляют собой особи с длинным подвижным жгутом. Они также выполняют защитную функцию, очищая поверхность колонии.

Существуют также видоизмененные цистиды — овицеллы (рис. 21, *в*), где происходит развитие зародышей. Почти все мшанки — гермафродиты. Размножаются они половым и бесполом путем.

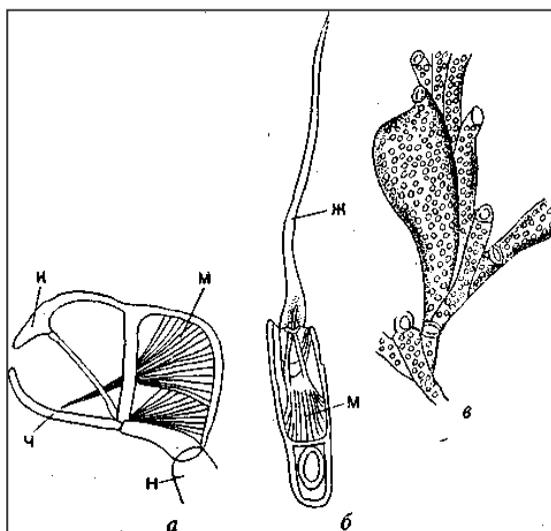


Рис. 21. Схема строения авикулярии (*а*), вибракулярии (*б*) и овицеллы (*в*);  
 ж — жгут,  
 к — клюв,  
 м — мышцы,  
 н — ножка авикулярии,  
 ч — челюсть

*Строение скелета.* Колонии мшанок или зоарии по составу могут быть хитиновыми и известковыми. Известковый скелет мшанок сохраняется в ископаемом состоянии.

Колонии мшанок очень разнообразны по форме: некоторые из них имеют вид листовидных пластин и напоминают водоросли или мох (отсюда название типа); другие в виде корочек обрастают подводные предметы часто встречаются сетчатые, кустистые, ветвистые, полушаровидные, гроздевидные колонии.

*Ячейки* (зооэции), в которых помещаются зооиды, имеют вид цилиндрических и призматических трубочек или грушевидных образований с расширенным основанием и вытянутым трубчатым *вестибюлем* (рис. 22). В каждой ячейке есть устье, через которое передний отдел тела зооида выходит наружу. Стенки ячеек часто пористые. Размеры колоний у современных мшанок достигают 1—2 м, у ископаемых — 60 см. Ввиду того, что ячейки мшанок очень малы, изучение их производится в специально изготовленных прозрачных шлифах под микроскопом.

У многих ископаемых мшанок, кроме обычных ячеек, имеются особые полости, в которых помещались видоизмененные зооиды — гетерозооиды.

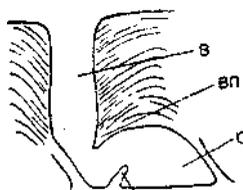


Рис. 22. Схема продольного сечения грушевидной ячейки криптостомат:  
в — вестибюль, вп — верхняя полуперегородка,  
нп — нижняя полуперегородка, о — основание ячейки

Среди них наиболее распространены мезопоры и акантопоры. *Мезопоры* — трубчатые полости. От ячеек они отличаются меньшим диаметром; иногда наличием большего количества диафрагм или более утолщенными стенками. *Акантопоры* — также толстостенные трубчатые образования очень маленького диаметра. Они располагаются в стенках ячеек и возвышаются над поверхностью колоний в виде шипов.

Очевидно, при жизни колонии они выполняли защитную функцию.

*Систематика.* Важнейшими признаками для выделения крупных систематических подразделений являются: состав и форма скелета, строение ротового отверстия, лофофора и ячеек. По этим признакам мшанки делятся на два не равных по объему класса *Phylactolaemata* — покрыторотые и *Gymnolaemata* — голоротые.

## **2. Класс *Phylactolaemata*. Покрыторотые**

К классу филактолемат, или покрыторотых, относятся современные пресноводные мшанки (около 100 видов), колонии которых состоят из однотипных зооидов с подковообразным лофофором. Над ртом расположен эпистом. Стенки цистидов студнеобразные или хитиновые. Цистиды соседних особей частично слиты друг с другом. В ископаемом состоянии не встречаются (за исключением одного позднемелового рода).

## **3. Класс *Gymnolaemata*. Голоротые**

К классу гимнолемат, или голоротых, относится большое количество как современных, так и ископаемых преимущественно морских мшанок. Колония состоит из разных по форме особей. Лофофор круглый с ротовым отверстием посередине. Рот без эпистома (отсюда название класса). Скелет известковый. Голоротые мшанки делятся на пять отрядов, из которых ниже рассмотрено три.

*Отряд *Trepostomata** — трепостоматы. Колонии различной формы: пластинчатые, массивные, полусферические, ветвистые. Ячейки призматические с округлым, овальным, многоугольным или иной формы устьем. В ячейках имеются в различном количестве горизонтальные или косые перегородки — диафрагмы. В колониях выделяют незрелую зону — осевой участок колонии с тонкостенными, призматическими трубчатыми ячейками и зрелую — периферическую. Ордовик — триас. Представитель: род *Tabulipora* (девон — пермь) (рис. 23).

*Отряд *Cryptostomata** — криптостоматы. Колонии чаще

всего сетчатые, *реже* ветвистые, пластинчатые, кустистые. Сетчатые колонии состоят из прутьев, несущих ячейки; прутья соединены неясными перемычками.

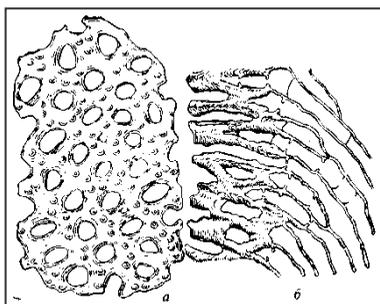


Рис. 23. Отряд Trepostomata, род *Tabulipora* (девон — пермь).

Разрезы: а - тангенциальный, б — продольный

На поверхности прутьев, как правило, развит киль — возвышенный валик. Ячейки грушевидные, состоят из расширенного основания и трубчатого вестибюля (см. рис. 22). В конце вестибюля развиты полуперегородки: верхняя и нижняя. Наружные стенки пронизаны капиллярами. Ордовик — триас. Представитель: род *Fenestella* (ордовик — пермь) (рис. 24).

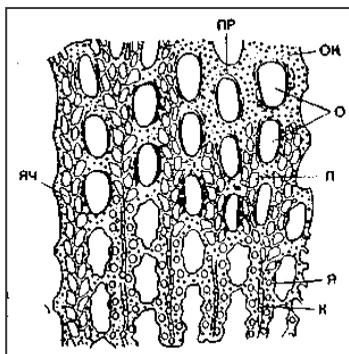


Рис. 24. Отряд Cryptostomata, род *Fenestella* (ордовик — пермь). Скошенное поперечное сечение от внешней поверхности (внизу) к средней части колонии и до основания колонии;

к — киль, о — ряды овальных отверстий между прутьями и перекладинами, ок — основание колонии без ячеек, п — прутья, пр — перемычка, я — вид ячеек на верхней поверхности колонии, яч — вид ячеек глубже

*Отряд Cheilostomata* — хейлостоматы. Колонии многослойные или однослойные различной формы: ветвистые, сетчатые, дисковидные, массивные бесформенные. Ячейки в виде коротких овальных или параллелепипедальных камер (рис. 25). Устья ячеек расположены в верхней части передней стенки и имеют полукруглую, и выемчатую форму. Они прикрыты крышечкой. Сообщение между ячейками осуществляется при

помощи пор. Внутри ячейки располагается компенсационная сумка, при расширении которой в связи с заполнением ее жидкостью мягкое тело выталкивается наружу через устье. Юра — ныне. Представитель: род *Dakaria* (палеоген — ныне) (рис. 26).

*Образ жизни.* Мшанки — прикрепленные бентосные животные; они обитают в нормально соленых и опресненных бассейнах. Морские мшанки лучше переносят колебания солености, чем коралловые полипы, но количество их в бассейнах пониженной солености значительно меньше. Современные мшанки известны во всех морях и на всех широтах. Более всего они распространены от прибрежной зоны до глубины 400—500 м; встречаются также, хотя крайне редко, на глубинах до 5000 м (Тихий океан).

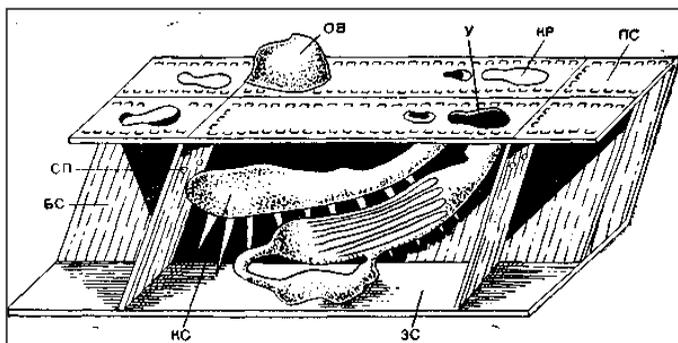


Рис. 25. Схема строения ячейки Cheilostomata

бс — боковая стенка, зс — задняя стенка, кр — крышечка, кс — компенсационная сумка, ов — овицелла, по — передняя стенка, сп — соединительные поры, у — устье

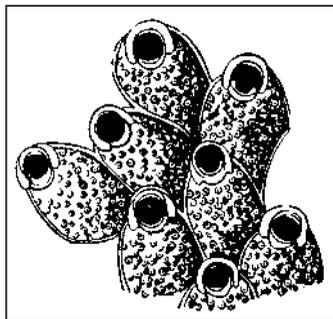


Рис. 26. Отряд Cheilostomata, род *Dakaria* (палеоген — ныне). Часть колонии

В литоральной зоне преобладают уплощенные колонии, прикрепляющиеся всей нижней поверхностью. В сублиторальной зоне — листообразные и сетчатые колонии. В более глубоких спокойных водах на илистом дне развиваются массивные свободнолежащие и ветвистые колонии. Колонии мшанок принимают участие в строении рифов. В ископаемом состоянии чаще всего встречаются с брахиоподами, иглокожими, фораминиферами, двустворчатыми и головоногими моллюсками.

*Геологическая история.* Мшанки появились в ордовике и живут в настоящее время. В палеозое особенно широко были распространены трепостоматы и криптостоматы, последние достигли расцвета в каменноугольном периоде. Криптостоматы в карбоне и начале перми принимали участие в образовании рифов. В мезозое облик мшанковых комплексов резко изменился. К этому времени вымерли трепостоматы и криптостоматы и их место заняли другие отряды, в том числе хейлостоматы, появившиеся в юре и получившие широкое распространение в мелу и кайнозое. Хейлостоматы в неогене участвовали в образовании рифов (Керченский полуостров). В современных морях продолжает существовать большое количество мшанок и особенно хейлостомат.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип BRYOZOA (мшанки): строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть классы покрыторотые и голоротые.
3. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9 (2 ч)

**Тема:** Многоклеточные. Тип BRACHIOPODA (брахиоподы).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами типа брахиоподы, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни классов беззамковых брахиопод и замковых брахиопод, установить по ископаемым остаткам брахиопод различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых брахиопод.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### План.

1. Тип BRACHIOPODA. Брахиоподы.
2. Класс Inarticulata. Беззамковые брахиоподы.
3. Класс Articulata. Замковые брахиоподы.

#### *1. Тип BRACHIOPODA. Брахиоподы*

Брахиоподы (рис. 38-40) — одиночные двусторонне-симметричные морские бентосные животные, мягкое тело которых заключено в двустворчатую раковину. Створки раковины, не одинаковые по форме и размерам, расположены на брюшной (вентральной) и спинной (дорзальной) сторонах тела. Плоскость симметрии проходит по середине створок. В настоящее время известно около 200 видов, принадлежащих 70 родам. Среди вымерших насчитывается более 10 000 видов.

*Строение мягкого тела.* Полость между створками занята мягким телом. Она делится на две неравные части тонкой перепонкой, представляющей собой переднюю стенку тела. Меньшая по объему задняя часть получила название *висцеральной полости* и большая передняя — *мантийной*.

В висцеральной полости располагается большая часть внутренних органов животного: пищеварительный тракт, печень, половые железы; здесь же помещаются мускулы (рис. 27). Пищеварительный тракт начинается щелеобразным ротовым отверстием, расположенным в передней стенке тела в плоскости симметрии, и состоит из короткой узкой глотки, широкого желудка и у большинства брахиопод короткой слепой кишки (у примитивных брахиопод кишка длинная, открывающаяся анальным отверстием в мантийную полость).

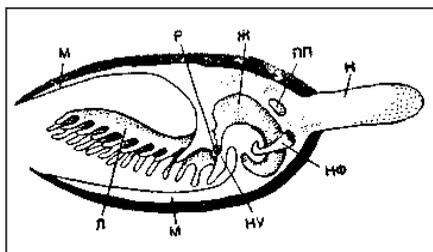


Рис. 27. Разрез через раковину брахиоподы по плоскости симметрии:

ж — желудок, л — лофофор, м — мантия, н — ножка, ну — нервный узел, нф — нефридий, р — рот, пп — пульсирующий пузырек

Вся висцеральная полость заполнена особой жидкостью, которую обычно называют кровью. Функцию сердца выполняет пульсирующий пузырек, а циркулирующая полостная жидкость (кровь) — функцию газообмена.

Воспроизводительные железы, вырабатывающие половые продукты, расположены по две на каждой стороне тела. Большинство брахиопод раздельнополые, но есть и гермафродиты. Выделительными органами являются две воронкообразные почки. Нервная система брахиопод состоит из нервного кольца вокруг пищевода и нервных стволов.

В задней части тела расположена *ножка* (стебелек), при помощи которой животное прикрепляется к дну. Ножка представляет собой хрящевато-мускулистый тяж различной длины. У некоторых брахиопод ножка в 4—6 раз превышает длину раковины. Выход ее наружу осуществляется через особое отверстие в раковине. У многих брахиопод во взрослом состоянии ножка атрофирована.

Раковина брахиопод открывается и закрывается при помощи *мускулов*, которые прикрепляются своими основаниями к внутренней поверхности створок. Места прикрепления

мускулов, называемые *мышечными отпечатками*, часто хорошо видны на раковинах брахиопод. Мускулы, открывающие раковину (мускулы-отмыкатели), одним концом прикрепляются к особому выступу спинной створки — замочному отростку, а другим — к брюшной створке. Мускулы, закрывающие раковину (мускулы-замыкатели), прикрепляются к брюшной и спинной створкам (рис. 28).

Мантийная полость выстлана двойной складкой тела, состоящей из двух лопастей, которые называются мантийными. Внутри мантийной полости располагается лофофор — простой мясистый диск или два симметрично расположенных удлиненных тяжа, которые называются руками. По краям лофофора расположены тонкие щупальца, у их основания проходит желобок, ведущий ко рту. Движение щупалец создает, с одной стороны, ток свежей воды, несущий пищевые частицы по желобку рук ко рту, а с другой — ток воды в плоскости симметрии в обратном направлении, выносящий наружу непереваренную пищу и половые продукты. У многих брахиопод руки имеют скелетную поддержку — ручной или брахиальный аппарат.

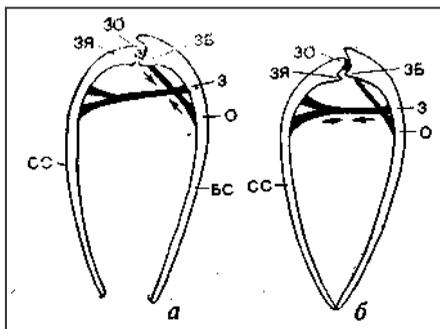


Рис. 28. Схема мускулов-замыкателей (з) и мускулов-отмыкателей (о):

а — открытые створки, б — закрытые створки, бс — брюшная створка, зб — зуб, зо — замочный отросток, зя — зубные ямки, сс — спинная створка (мускулы зачернены)

*Строение скелета.* Раковины брахиопод по вещественному составу бывают хитиново-фосфатные и известковые. Хитиново-фосфатные раковины состоят из фосфата кальция (92%) и органического хитинового вещества с небольшой примесью углекислого и сернокислого кальция и углекислого магния; известковистые раковины — из углекислой извести (96— 99%) с

небольшой примесью других солей.

У современных брахиопод раковины покрыты тонким хитиновым слоем — периостракумом, который в ископаемом состоянии не встречается. Под периостракумом располагаются два известковых слоя: наружный (первичный) слой и внутренний (вторичный). Наружный слой сложен призматическими кристаллами кальцита, которые ориентированы перпендикулярно к наружной поверхности. Он образуется краем мантии. Внутренний слой состоит из тонких кальцитовых пластинок (фибр), расположенных под небольшим углом к наружному слою. Выделение этого слоя происходит всей поверхностью мантии. Нарращивание внутреннего слоя ведет к утолщению раковины с возрастом.

Известковая раковина бывает сплошной, пористой и ложнопористой (рис. 29). В первом случае оба известковых слоя сплошные, во втором они пронизаны порами, имеющими в разрезе вид конусовидных каналов с широким внешним концом. В эти поры при жизни животного вдается мантия в виде тончайших сосочков. Ложнопористыми являются такие раковины, у которых во внутреннем слое содержатся иглоподобные стерженьки, состоящие из мелкозернистого кальцита. Они расположены под небольшим углом к внутренней поверхности слоя и выступают в виде мельчайших бугорков. При выветривании на их месте образуются ямочки (ложные поры).

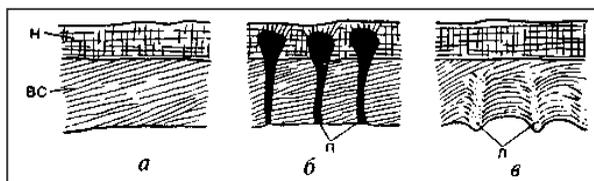


Рис. 29. Типы строения стенки известковых раковин: а — сплошная, б — пористая, в — ложнопористая, вс —

внутренний волокнистый слой, л — ложные поры, н — наружный тонкопластинчатый слой, п — поры

Раковины брахиопод состоят из двух створок: брюшной (вентральной) и спинной (дорзальной). Та часть створок, от которой шел рост раковины, называется макушкой; она часто

(особенно на брюшной створке) имеет клювовидную форму. Край, где расположена макушка, называется задним, или замочным, противоположный ему — передним, или лобным. Передний и задний края соединяются боковыми краями (рис. 30).

Брюшная створка, как правило, больше спинной, с более выдающейся макушкой (см. рис. 30). У многих брахиопод посередине брюшной створки располагается продольное углубление — синус (рис. 30, б), а на спинной створке ему соответствует возвышение (рис. 30, а).

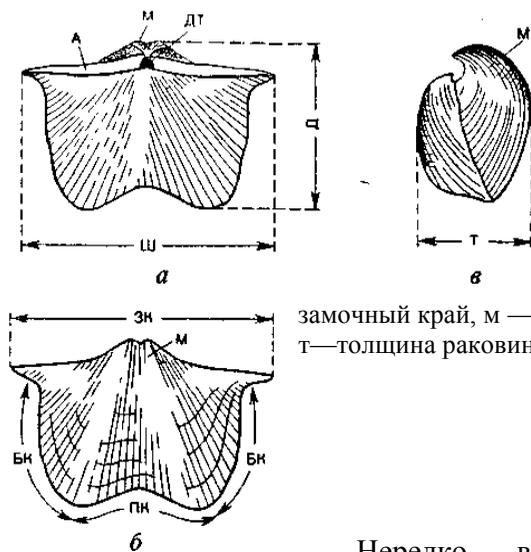


Рис. 30. Схема строения раковины спирифериды:  
 а — вид со стороны спинной створки, б — вид со стороны брюшной створки, в — вид сбоку, а — аррея, бк — боковой край, д — длина раковины, дт — дельтирий, зк — замочный край, м — макушка, пк — передний край; т — толщина раковины; ш — ширина раковины

Нередко вдоль замочного края брюшной (реже спинной) створки наблюдается плоская или слегка вогнутая площадка — аррея. Чаще всего она имеет треугольную форму, но бывает и вытянуто-прямоугольная. Под макушкой брюшной створки, посередине арреи находится треугольное отверстие для выхода ножки — дельтирий. У некоторых брахиопод отверстие для выхода ножки (форамен) имеет круглую или овальную форму. В спинной створке дельтирию соответствует треугольное отверстие, которое может быть полностью или частично закрыто одной цельной пластиной.

Форма раковины брахиопод чрезвычайно разнообразна (рис. 31). Различают раковины двояковыпуклые, плоско-выпуклые,

выпукло-плоские, вогнуто-выпуклые, выпукло-вогнутые (первое слово указывает на изгиб спинной створки, второе — на изгиб брюшной). У некоторых прирастающих форм раковина имеет форму кубка (как у одиночного коралла) со спинной створкой в виде крышечки (рис. 32).

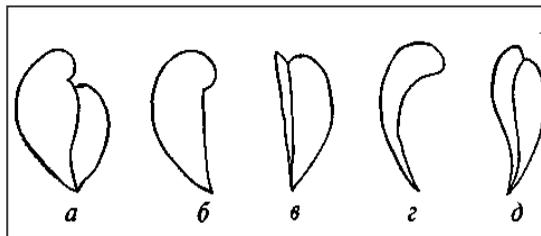


Рис. 31. Форма и соотношение створок раковины брахиопод: а — двояковыпуклая, б — плоско-выпуклая, в — выпукло - плоская, г — вогнуто-выпуклая, д — выпукло-вогнутая (обратно изогнутая)

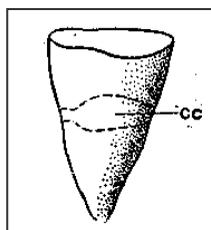


Рис. 32. Бокаловидная брюшная створка брахиоподы (в прижизненном положении). сс — спинная створка

Преобладающие размеры брахиопод изменяются в пределах 5—8 см. Однако известны раковины значительно меньшей (от 0,1 см) и большей (до 40 см) величины.

Поверхность раковины брахиопод бывает гладкой или несет ту или иную скульптуру. Скульптурные элементы могут иметь концентрическое или радиальное расположение. К элементам концентрической скульптуры относятся линии или знаки нарастания; знаки нарастания могут иметь вид пластин, черепитчато налегающих одна на другую. Иногда концентрическая скульптура выражена поперечными морщинами — валиками и желобками, чередующимися между собой. Радиальная скульптура более разнообразна: это складки (широкие продольные изгибы створки), ребра (узкие продольные, валикообразные возвышения на поверхности створок), струйки (очень тонкие ребрышки). Помимо указанных скульптурных элементов, на раковине брахиопод могут

развиваться выросты — иглы (полые, трубчатые, иногда очень длинные выросты), шипы (короткие конусовидные крючки) и бугорки. Перечисленные выше скульптурные элементы хорошо видны невооруженным глазом. Если смотреть на хорошо сохранившуюся поверхность раковины через увеличительное стекло, то можно заметить тонкие штрихи, мелкие сосочки, тончайшие ворсинки, бугорки, чешуйки и т. д. На одной и той же раковине можно наблюдать сложное сочетание макро- и микроскульптурных элементов. Характер скульптуры имеет весьма важное значение для систематики брахиопод.

У большинства брахиопод створки сочленяются при помощи *замка* (у наиболее примитивных брахиопод замка нет и сочленение створок осуществляется при помощи мускулов). Замок состоит из двух *зубов* — коротких булавовидных выступов, расположенных у основания дельтирия в брюшной створке, и зубных ямок в спинной створке. Зубы входят в замочные ямки, чем обеспечивается прочное сочленение створок и вращение их при открывании и закрывании только вокруг одной оси, проходящей через точки соприкосновения зубов с дном зубных ямок. Створки, таким образом, не могут смещаться вбок. У большинства брахиопод угол приоткрывания створок невелик, хотя иногда достигает  $90^\circ$ . У некоторых брахиопод зубы поддерживаются особыми зубными пластинами (рис. 35, 36). Зубные пластины могут соединяться вместе, образуя одну ложковидную пластину — *спондилиум*. Между зубными ямками в спинной створке (в плоскости симметрии) располагается *замочный* или *кардинальный отросток*. К нему прикрепляются мускулы-отмыкатели. Форма замочного отростка очень разнообразна. Нередко со дна створок в плоскости симметрии поднимается продольная пластина — *септа*.

Одним из важных элементов внутреннего строения брахиопод являются скелетные образования, прикрепленные к внутренней поверхности спинной створки и выполняющие функцию поддержек рук. *Ручные поддержки* имеют разную форму и строение: у одних брахиопод — это простые выступы — *брахиофоры* или крючкообразные отростки — *круры*; у

других — ручные поддержки более сложные — в виде известковой *петли* или *спиральных конусов* (рис. 33).

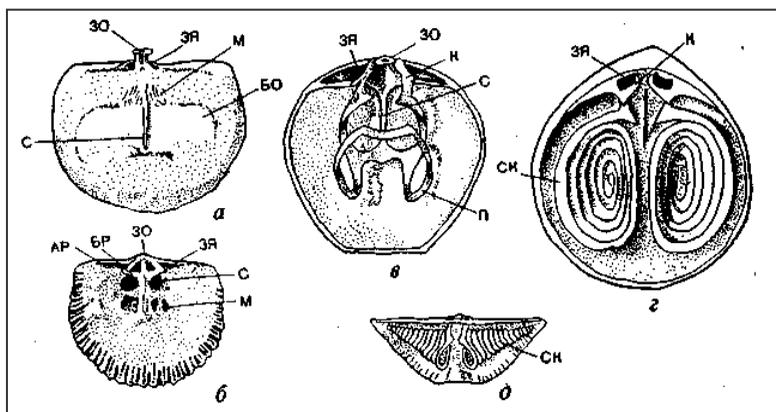


Рис. 33. Следы прикрепления лофофора и ручной аппарат у брахиопод:

*а* — брахиальные отпечатки, *б* — брахиофоры, *в* — петля, *г* — спиральные конусы, направленные вершинами в сторону спинной створки, *д* — спиральные конусы, направленные вершинами в стороны, ар — аррея, бо — брахиальные отпечатки, бр — брахиофоры, зо — замочный отросток, зя — зубные ямки, к — круры, м — следы прикрепления мускулов, п — петля, с — срединная септа, ск — спиральные конусы

**Систематика.** Важнейшими признаками для выделения крупных систематических категорий — классов — являются: особенности строения внутренних органов, способы образования ножки, наличие или отсутствие замка, состав раковины (хитиново-фосфатная или известковая). По этим признакам брахиоподы разделены на два не равных по объему класса: беззамковые (*Inarticulata*) и замковые (*Articulata*).

В основу выделения более мелких систематических категорий (отрядов, семейств и т. д.) положены типы ручных поддержек, характер отверстия для выхода ножки, форма и строение раковины, макро- и микроскульптура.

## 2. Класс *Inarticulata*. Беззамковые брахиоподы

К классу беззамковых относятся наиболее примитивные

брахиоподы, у которых раковина имеет хитиново-фосфатный, реже известковый состав. Замка нет; створки сочленяются при помощи сложной системы мускулов. Ручные поддержки отсутствуют. Имеется длинная кишка, заканчивающаяся анальным отверстием. Ножка проходит между створками, по специальному желобку в брюшной створке, достигает большой длины у зарывающихся форм и атрофируется у тех форм, раковина которых прирастает к субстрату. Кембрий — ныне.

Класс беззамковых делится на шесть отрядов, из которых ниже рассмотрены два.

*Отряд Lingulida* — лингулиды. Раковины хитиново-фосфатные, изредка известковые с ложными арееями на обеих створках. Ножка проходит между створками, часто по желобку. Поверхность створок гладкая с концентрическими линиями нарастания и слабо заметными радиальными струйками. На внутренней поверхности хорошо выражены места прикрепления мускулов. Кембрий — ныне. Представитель: род *Lingula* (силур — ныне) (рис. 34, 1).

*Отряд Craniida* — кранииды. Раковины известковые, пористые, неравностворчатые. Поверхность может быть покрыта радиальными ребрами, струйками и линиями нарастания. Прирастают брюшной створкой (ножка отсутствует). На внутренней поверхности — отчетливые места прикрепления мускулов. Ордовик — ныне. Представитель: род *Crania* (мел — ныне) (рис. 34, 2).

### 3. Класс *Articulate*. Замковые брахиоподы

Раковины известковые, сплошные, пористые или ложнопористые. Брюшная створка, как правило, больше спинной. Створки сочленяются при помощи замка. Внутреннее строение спинной и брюшной створок может быть сложным (зубные пластинки, септы).

Руки у большинства поддерживаются различными по форме и строению скелетными образованиями. Пищеварительный тракт заканчивается слепо. Отверстие для выхода ножки приурочено к брюшной створке. Ножка у некоторых замковых брахиопод во

взрослом состоянии атрофируется. Кембрий — ныне.

Класс замковых брахиопод делится на 8 отрядов. Ниже дается характеристика четырех из них.

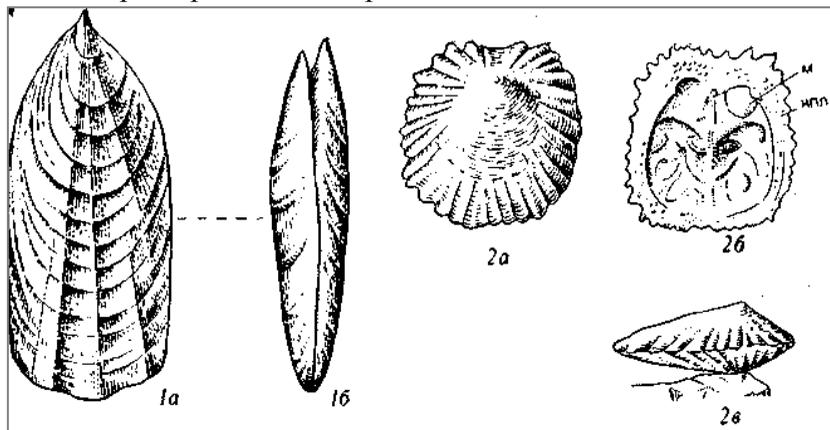


Рис. 34. Класс Inarticulata

1 - род *Lingula* (силур — ныне): а — вид со стороны брюшной створки, б — вид сбоку; 2 — род *Crania* (мел — ныне): а — спинная створка, б — внутреннее строение брюшной створки, в — прижизненное положение, кпл — краевая площадка, м — места прикрепления мускулов

**Отряд *Productida*** — продуктиды. Раковины вогнуто- или плоско-выпуклые, иногда очень крупные (до 40 см). Скульптура разнообразная: концентрическая (морщины) и радиальная (складки, ребра, струйки). Характерны разнообразные полые иглы на поверхности одной или обеих створок и вдоль замочного края. Иногда на обеих створках (или только на брюшной) имеются ареи; чаще они отсутствуют. Ручных поддержек нет. Хорошо развит замочный отросток, часто сложного строения, и срединная септа. Силур — пермь (особенно карбон и пермь). Представитель: род *Gigantoproductus* (ранний карбон) (рис. 35, 1).

**Отряд *Rhynchonellida*** — ринхонеллиды. Раковины сплошные, реже пористые, двояковыпуклые или выпукло-плоские с коротким и изогнутым замочным краем. Макушка клювовидная. Имеется более или менее развитый синус и возвышение. Радиальная скульптура в виде складок, ребер и струек. Ордовик — ныне. Представитель: род *Camarotoechia* (силур — девон) (рис. 35, 2)

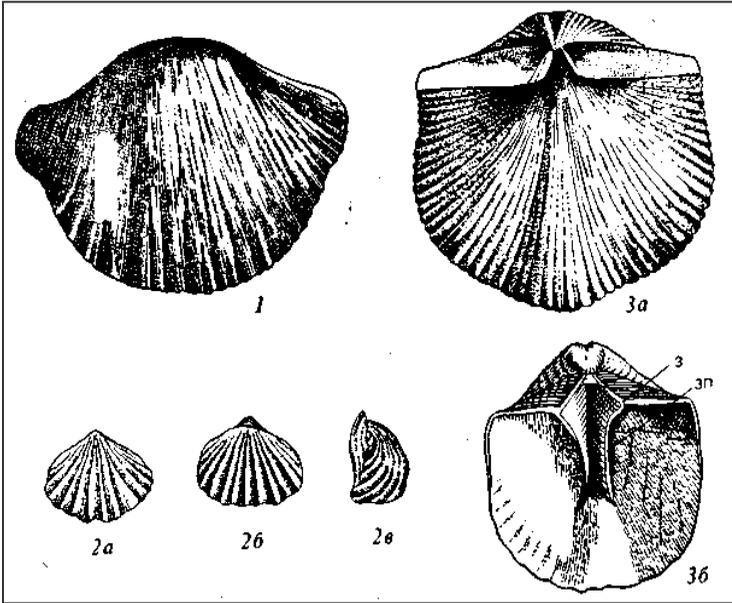


Рис. 35. Класс Articulata

1 — род *Gigantoproductus* (ранний карбон); 2 — род *Camarotoechia* (силур — ранний карбон): а — вид со стороны брюшной створки, б — вид со стороны спинной створки, в — вид сбоку; 3 — род *Choristites* (конец раннего карбона — ранняя пермь): а — вид со стороны спинной створки, б — внутренняя сторона брюшной створки, з — зубы, зп — зубные пластины

*Отряд Spiriferida* — спирифериды. Раковины сплошные или пористые, двояковыпуклые, с более выпуклой брюшной створкой. Поверхность гладкая, ребристая или складчатая. Имеются зубы, зубные ямки, часто зубные пластины, реже септы. Ордовик — ранняя юра. Представитель: род *Choristites* (верхи раннего карбона — ранняя пермь) (рис. 35, 3).

*Отряд Terebratulida* — теребратулиды. Раковины двояковыпуклые, обычно пористые, с коротким замочным краем. Поверхность гладкая, ребристая или струйчатая. Имеются зубы, зубные ямки, замочный отросток (иногда отсутствует). Ручные поддержки в виде петли, в разной степени усложненной. Ранний девон — ныне (особенно мезозой). Представитель: род *Terebratula* (неоген) (рис. 36).

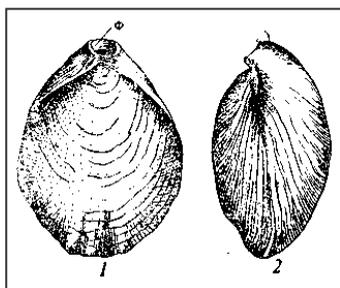


Рис. 36. Класс Articulate, род *Terebratulina* (неоген):

1 — вид со стороны спинной створки, 2 — вид сбоку, ф — форамен

**Образ жизни.** Брахиоподы — обитатели морей нормальной солености; лишь немногие из них переносят значительное опреснение (*Lingula*). Они являются в основном прикрепленными бентосными животными; в свободно плавающем состоянии находятся только в личиночной стадии.

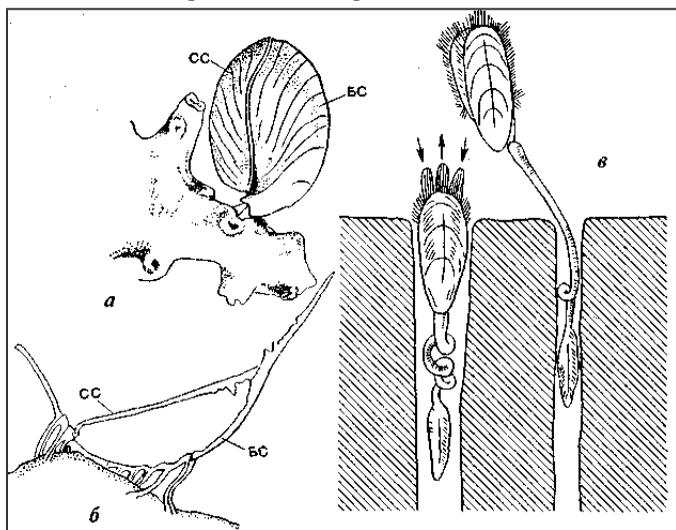
Наиболее излюбленным местом поселения брахиопод является твердый, скалистый грунт или известковый ил. Они ведут на нем неподвижный образ жизни: лежат свободно, прирастают раковиной (рис. 37, б), укрепляются при помощи игл, а чаще ножкой (рис. 37, а); в последнем случае брахиоподы могут немного передвигаться на ней. Отдельные представители беззамковых зарываются в песчаный грунт, высверливая трубкообразную норку (*Lingula*) (рис. 37, в). Ископаемые раковины брахиопод чаще всего встречаются в известковых породах, особенно в палеозойских рифах, где достигают большого разнообразия, значительно реже — в мергелистых, песчаных и глинистых породах.

Современные брахиоподы обитают как в холодных, так и в теплых морях на различных глубинах (от 0 до 5650 м). Однако наибольшее количество современных брахиопод приурочено к мелководным участкам континентальных и эпиконтинентальных морей (от 0 до 200 м). Предполагают, что подавляющее большинство брахиопод палеозоя и мезозоя населяло обширные области мелководья и только в кайнозойе они стали обитать и на больших глубинах.

**Геологическая история.** Брахиоподы появились, по-видимому, в докембрии, хотя достоверных данных об этом пока нет. В начале кембрийского периода уже существовало несколько десятков достаточно сильно специализированных

родов брахиопод (преимущественно беззамковых). Беззамковые брахиоподы испытали расцвет в раннем палеозое (кембрий, ордовик, силур). В более поздние периоды количество их резко сократилось, лишь отдельные роды живут и в наши дни (отряд *Lingulida*).

Рис. 37. Брахиоподы в прижизненном положении:



а — *Liothyris* (соврем.), прикрепленная короткой ножкой к кораллу; б — *Protegulfiferina* (средний карбол — пермь), схема прикрепления раковины в продольном разрезе; в — *Lingula* (соврем.), зарывающаяся в грунт (стрелками показаны направления токов воды)

Замковые брахиоподы, появившись в раннем кембрии, до стигли значительного развития и большого разнообразия в палеозойской эре. Среди них выделяются отдельные отряды, семейства, роды, имевшие непродолжительное время существования. Этот факт позволяет считать брахиопод важной группой для стратиграфического расчленения палеозойских отложений. Одни группы замковых были характерны для раннего, другие — для позднего палеозоя. К последним относятся продуктиды, ринхонеллиды и спирифериды, раковины которых часто переполняют отложения девонской, каменноугольной и пермской систем. К началу мезозоя большинство замковых брахиопод вымерло.

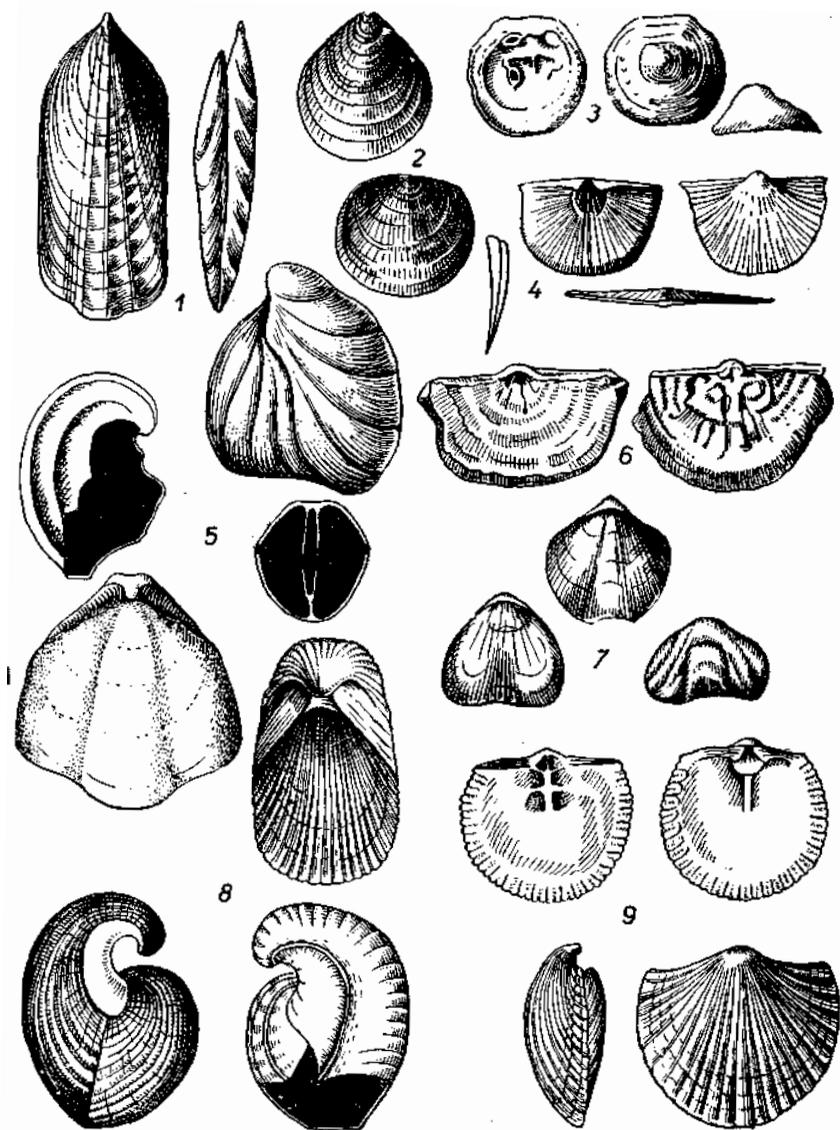


Рис. 38. Ископаемые брахиоподы:  
 1 - Lingula; 2 — Obolus; 3 — Crania; 4 - Strophonema; 5 — Pentamerus; 6 — Leptaena; 7 - Porambonites; 8 — Conchidium; 9 — Orthis

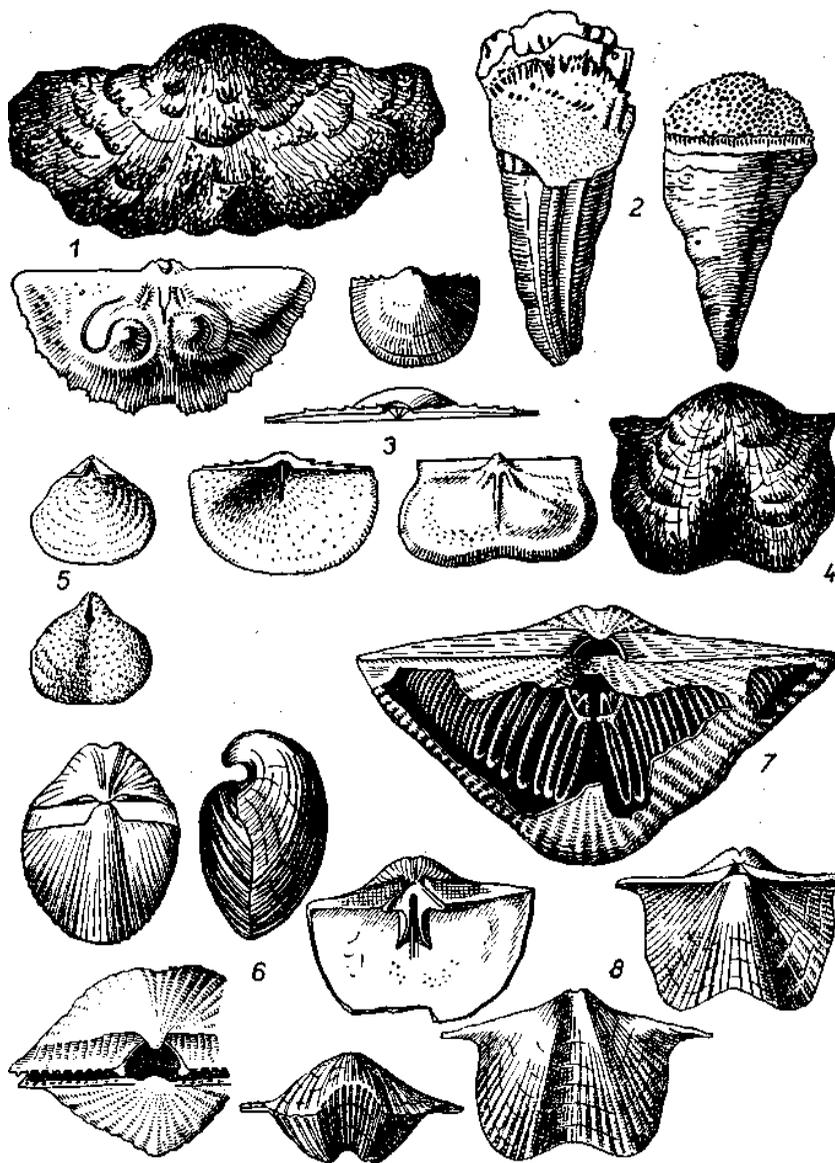


Рис. 39. Ископаемые брахиоподы:

1 — Gigantoproductus- 2 — Richthofenia; 3 — Chonetes; 4— Dictyoclostus; 5 — Strophalosia; 6 - Choristites; 7 — Spirifer; 8 - Cyrtospirifer

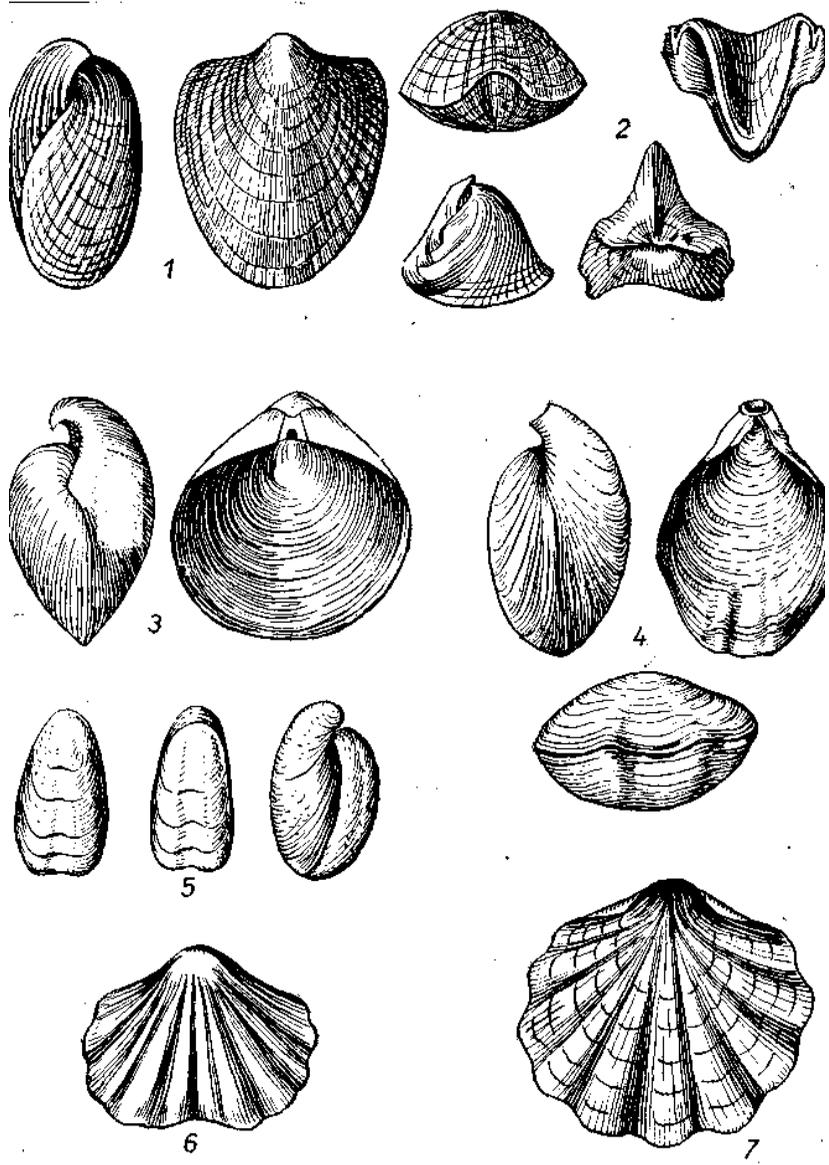


Рис. 40. Ископаемые брахиоподы:

- 1 - *Atrypa*; 2 - *Rhynchonella*; 3 - *Stringocephalus*; 4 - *Terebratula*;  
 5 - *Zeilleria*; 6 - *Enteletes*; 7 - *Meekella*

В мезозое и кайнозое продолжают развиваться только

ринхореллиды и теребратулиды, дожившие до настоящего времени. В морях палеозойской эры брахиоподы занимали ведущее место среди бентосных организмов.

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип (BRACHIOPODA) брахиоподы: строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть классы беззамковых и замковых брахиопод.
3. Определить 4—5 форм из предложенных коллекций. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10 (4 ч)**

**Тема:** Многоклеточные. Тип MOLLUSCA (моллюски).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами типа моллюски, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни классов брюхоногих, двустворчатых и головоногих моллюсков, установить по ископаемым остаткам моллюсков различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых моллюсков.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

#### **План.**

1. Тип MOLLUSCA. Моллюски.
2. Класс Gastropoda. Брюхоногие
3. Класс Bivalvia. Двустворчатые.
4. Класс Cephalopoda. Головоногие.

#### **1. Тип MOLLUSCA. Моллюски**

Моллюски, или мягкотелые, образуют одну из важнейших и весьма распространенных групп морских, пресноводных и наземных беспозвоночных животных. Из современных к ним относятся виноградная улитка, двустворки, кальмары, осьминоги, жемчужный кораблик — наутилус и многие другие. Из вымерших к этому типу относится большая группа аммонитов, белемнитов и др.

Внутри типа выделяют четыре класса:

- 1) класс *Bivalvia* (двустворчатые);
- 2) класс *Scaphopoda* (лопатоногие);
- 3) класс *Gastropoda* (брюхоногие);
- 4) класс *Cephalopoda* (головоногие).

Большинство моллюсков имеет известковую раковину, в которой целиком или частично помещается мягкое тело, состоящее из более или менее развитой *головы* (кроме двустворок), несегментированного туловища с внутренними органами и *ноги* — мускульного выроста на брюшной стороне, при помощи которого животное передвигается или выполняет другие функции. Все мягкое тело покрыто кожной складкой — *мантией*, которая выделяет известковую раковину различной формы, в зависимости от класса моллюсков. Мантия свободно свисает со спинной стороны туловища на его бока. Пространство между туловищем и мантией называется *мантийной полостью*, в ней расположены органы дыхания. В мантийную полость открываются отверстия органов выделения и анальное отверстие.

Моллюски, как правило, имеют двустороннюю симметрию тела (кроме брюхоногих) и обладают кровеносной, пищеварительной, нервной, половой и выделительной системами. Дыхание осуществляется при помощи жабер или «легких»; размножаются моллюски половым путем.

Форма и строение тела, раковины, мантийной полости и других органов очень видоизменяются в пределах типа и являются весьма различными у представителей разных классов (рис.41). Сильно изменяется даже общий облик животного с потерей, например, двусторонней симметрии тела, как у брюхоногих моллюсков. Нередко раковина обрастает мантией и

превращается из внешней во внутреннюю, уменьшается в размерах или вовсе исчезает. Чрезвычайно различны функции ноги: у одних она служит для ползания и поэтому имеет широкую подошву, у других — она узкая и используется моллюском для зарывания в ил, у третьих — нога превращается в орган плавания и, наконец, у четвертых, прикрепляющихся ко дну, нога вообще атрофируется. Несмотря на все эти видоизменения в пределах типа, устанавливается единство организации всех моллюсков на основании данных их развития. Форма раковины у моллюсков очень разнообразна: она может состоять либо из двух створок, либо иметь вид колпачка или конической трубки, открытой с одного или двух концов; такая трубка может быть свернута в плоскую или коническую спираль. У некоторых моллюсков раковина находится внутри мягкого тела или вообще отсутствует. Моллюски известны с начала кембрия, среди них насчитывается более 115 000 современных и примерно 45000 ископаемых видов.

По строению раковины и мягкого тела тип моллюсков разделяется на 10 классов, из которых ниже охарактеризованы три, имеющие большое стратиграфическое значение.

## **2. Класс *Gastropoda*. Брюхоногие моллюски**

Брюхоногие моллюски или *гастроподы* — одиночные животные, имеющие за небольшим исключением, асимметричное тело и спирально-башенковидную раковину. Брюхоногие являются самым многочисленным классом моллюсков. К нему принадлежит около 85 000 современных видов и около 15 000 ископаемых (рис. 45, 46). Такое многообразие гастропод связано с тем, что они приспособились в процессе эволюции к разнообразным условиям существования.

*Строение мягкого тела.* Мягкое тело животного занимает всю раковину, прикрепляясь к ней изнутри одним или двумя мускулами. Мягкое тело состоит из более или менее обособленной головы, туловища и ноги (рис. 42). Сразу под раковиной находится мантия, которая как бы облекает туловище животного.

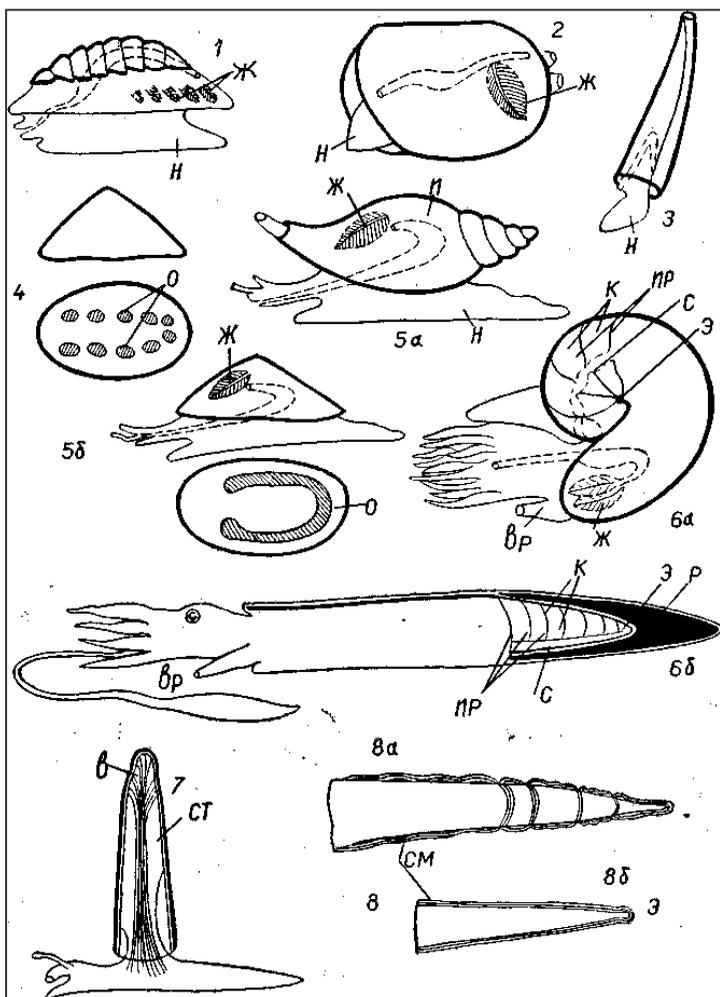


Рис. 41. Схема строения представителей типа моллюсков:

1 — класс панцирные, или хитоны; 2 — класс двустворчатые; 3 — класс лопатоногие; 4 — класс моноплакофоры; 5 — класс брюхоногие: 5а — с спирально завитой раковиной; 5б — с колпачковидной раковиной; 6 — класс головоногие; 6а — наружнораковинные; 6б — внутреннераковинные; 7—класс хеноконхия; 8—класс конихонхия: 8а — раковина с перегородками, 8б — раковина без перегородок; в — валик, пережим; ер — воронка; ж — жабры; к — камеры; н — нога; о — отпечатки мускулов; п — пищевод; пр — перегородки; р — рост; с — сифон; ст — стенка двухслойная; см — стенка многослойная; э — начальная камера

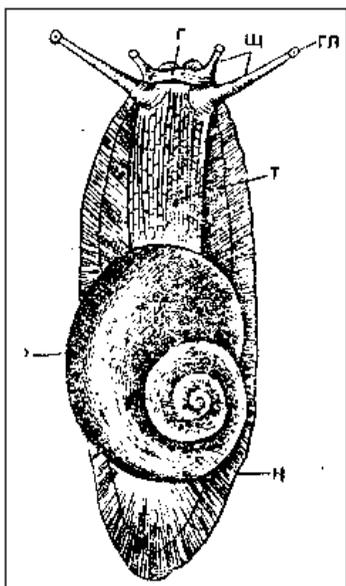


Рис. 42. Современная улитка *Helix*: г — голова, н — нога, п — раковина, т — туловище, щ — щупальца, гл — глаз

В передней части тела обособлена мантийная полость, в которую открываются анальное, выделительное и половое отверстия; здесь же у водных форм размещаются жабры, а у наземных — легкое. У некоторых гастропод передний край мантии (слева от головы) вытянут в более или менее длинную трубку — вводной сифон; выводной короткий и расположен в задней части тела. Голова хорошо развита: на ее брюшной стороне помещается рот, на спинной — одна или две пары щупалец и пара глаз. Первая пара щупалец служит для осязания; в основании или на вершине второй пары помещаются глаза. В туловище находится основная масса внутренних органов: пищеварительная система, начинающаяся ртом и состоящая из глотки, пищевода, желудка,

петлеобразно изогнутого кишечника и анального отверстия, нервные стволы, сердце, органы выделения и половые железы. В ротовой полости расположен язык, покрытый хрящевой оболочкой и многочисленными хитиновыми зубчиками — теркой (радулой). Нервная система состоит из пяти пар нервных узлов, соединенных стволами и поперечными перемышками. В головном отделе обособлены мозговые узлы. У одних брюхоногих нервные стволы параллельны, у других — перекрещены в виде восьмерки. Кровеносная система незамкнутая. Сердце состоит из желудочка, одного или двух предсердий.

Нога — мускулистый вырост с плоской подошвой — находится на брюшной стороне позади головы и является органом передвижения. У многих гастропод задняя часть ноги

несет на спинной стороне особую роговую или известковую крышечку. В момент опасности животное прячется в раковину, плотно закрывая устье этой крышечкой.

**Строение скелета.** Подавляющее большинство брюхоногих имеет раковину, которая сохраняется в ископаемом состоянии. Она состоит из арагонита или кальцита. Обычно в раковине выделяют три слоя: 1) наружный — хитиновый, 2) средний — призматический или фарфоровидный и 3) внутренний — перламутровый. Форма раковины различна: колпачковидная, плоскоспиральная и конусо-спиральная (улиткообразная) (рис.43). У некоторых брюхоногих раковина отсутствует.

Наиболее распространенной является улиткообразная форма раковины. Такая раковина представляет собой известковую трубку, закрученную по нисходящей спирали. На узком

Рис. 43. Форма раковины брюхоногих:

*а* — колпачковидная, *б* — плоскоспиральная, *в* — улиткообразная

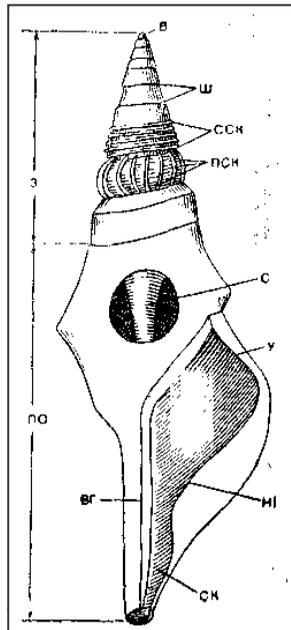
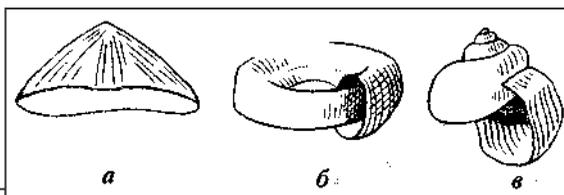


Рис. 44. Схема строения улиткообразной раковины с сифопостомным устьем  
*в* — вершина, *вг* — внутренняя губа,  
*з* — завиток, *нг* — наружная губа,  
*по* — последний оборот,  
*пск* — поперечная скульптура, *с* — столбик, *ск* — сифональный канал, *сск* — спиральная скульптура, *у* — устье, *ш* — шов

конце она замкнута, на другом (широком) — открыта. В улиткообразной раковине (рис. 44) различают узкий конец, называемый вершиной. Наиболее крупным оборотом является последний, все обороты, расположенные над ним, включая и вершину, образуют завиток; линия соприкосновения двух соседних оборотов называется швом. В последнем обороте находится отверстие — устье — различной формы, через которое высовывается голова и нога животного. Устье имеет наружный край или наружную губу и внутренний край или внутреннюю губу. Если устье цельнокрайнее, его называют голостомным. У ряда примитивных брюхоногих на наружном крае устья имеется узкая анальная щель, которая по мере роста раковины зарастает. У многих мезозойских и кайнозойских брюхоногих устье в нижней части снабжено выемкой, а иногда более или менее вытянутой трубкой (сифональным каналом). Такое устье называют сифоностомным.

*Систематика.* Выделение крупных систематических категорий (подклассов, отрядов) основано на различиях в строении органов дыхания и других мягких частей тела, а также на особенностях исторического развития. По этим признакам в настоящее время брюхоногие разделены на три подкласса: подкласс Prosobranchia (переднежаберные), Opisthobranchia (заднежаберные), Pulmonata (легочные).

*Образ жизни.* Брюхоногие в настоящее время весьма широко распространены. Они обитают в морях с нормальной соленостью, солоноватоводных и пресных водоемах, лиманах, озерах, болотах, реках и источниках. Большая группа брюхоногих населяет разнообразные участки суши от северных широт до тропиков. Особенно широко брюхоногие распространены в море, где они ведут придонный, реже планктонный образ жизни. Одни из них ползают по дну при помощи ноги, другие — зарываются в мягкий ил, третьи — крепко прикрепляются ногой или особым цементирующим веществом к камням или водорослям. Подавляющее большинство брюхоногих населяет прибрежные и мелководные участки морских бассейнов, хотя отдельные виды могут существовать на абиссальных глубинах (до 6000 м). Ниже

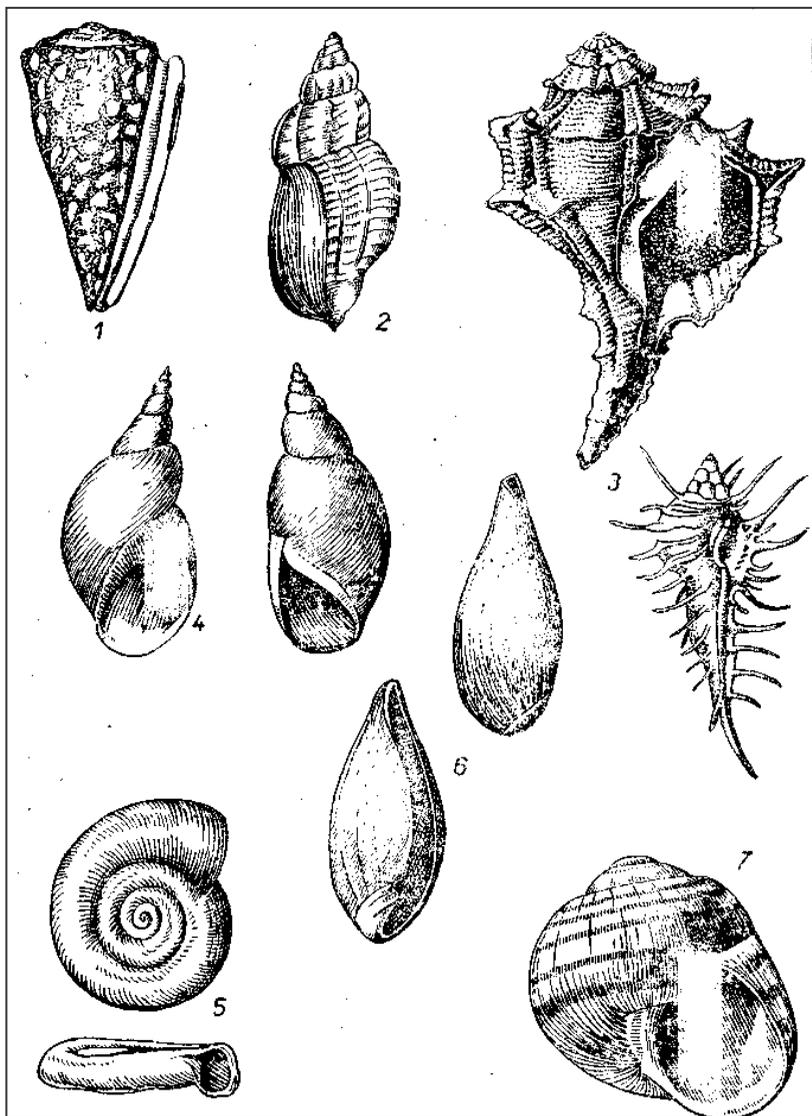
глубины 200 м брюхоногие встречаются реже и характеризуются однообразием родового и видового состава. Наиболее благоприятным грунтом для жизни брюхоногих является скалистый, песчаный и илистый.

Среди брюхоногих есть растительоядные, плотоядные и всеядные формы. Все растительоядные — обитатели мелководья, они ограничены в своем распространении зоной развития растительности. К ним относятся, например, морские блюдечки (*Patella*), которые питаются исключительно водорослями, соскребая их с камней. Среди плотоядных много хищников. Рот у большинства из них расположен на конце специального хоботка, которым они приоткрывают раковины двустворок или просверливают в них отверстия. У некоторых имеются даже особые железы, выделяющие серную кислоту, с помощью которой они растворяют раковины других животных. Хищные брюхоногие обитают обычно на песчаном или илистом грунте, где и охотятся за зарывающимися двустворками. Некоторые из хищников (*Natica*) приносят большой вред, истребляя промысловых моллюсков (особенно устриц). Часть брюхоногих является фильтраторами.

*Геологическая история.* Брюхоногие появились в кембрии. Древнейшие представители их принадлежали к переднежаберным и обладали преимущественно плоскоспиральной раковиной с анальной щелью на наружном крае. В карбоне появляется новая группа переднежаберных, обладающих улиткообразной раковиной без перламутрового слоя с голостомным устьем. В каменноугольном периоде от переднежаберных ответвились заднежаберные и легочные. В мезозое продолжали господствовать переднежаберные, среди которых получили развитие формы с сифоностомным устьем. В кайнозое широко распространены брюхоногие, раковина которых снабжена длинным сифональным каналом. В настоящее время наблюдается расцвет брюхоногих.

Остатки брюхоногих моллюсков имеют большое значение для стратиграфического расчленения кайнозойских — палеогеновых, неогеновых и четвертичных отложений. Сравнительно недавно их стали использовать также для

стратиграфии мезозойских и в меньшей степени палеозойских



отложений.

Рис. 45. Ископаемые брюхоногие моллюски:  
1—*Conus*; 2 — *Buccinum*; 3 — *Murex*; 4 -*Lynnaea*; 5—*Planorbis*;

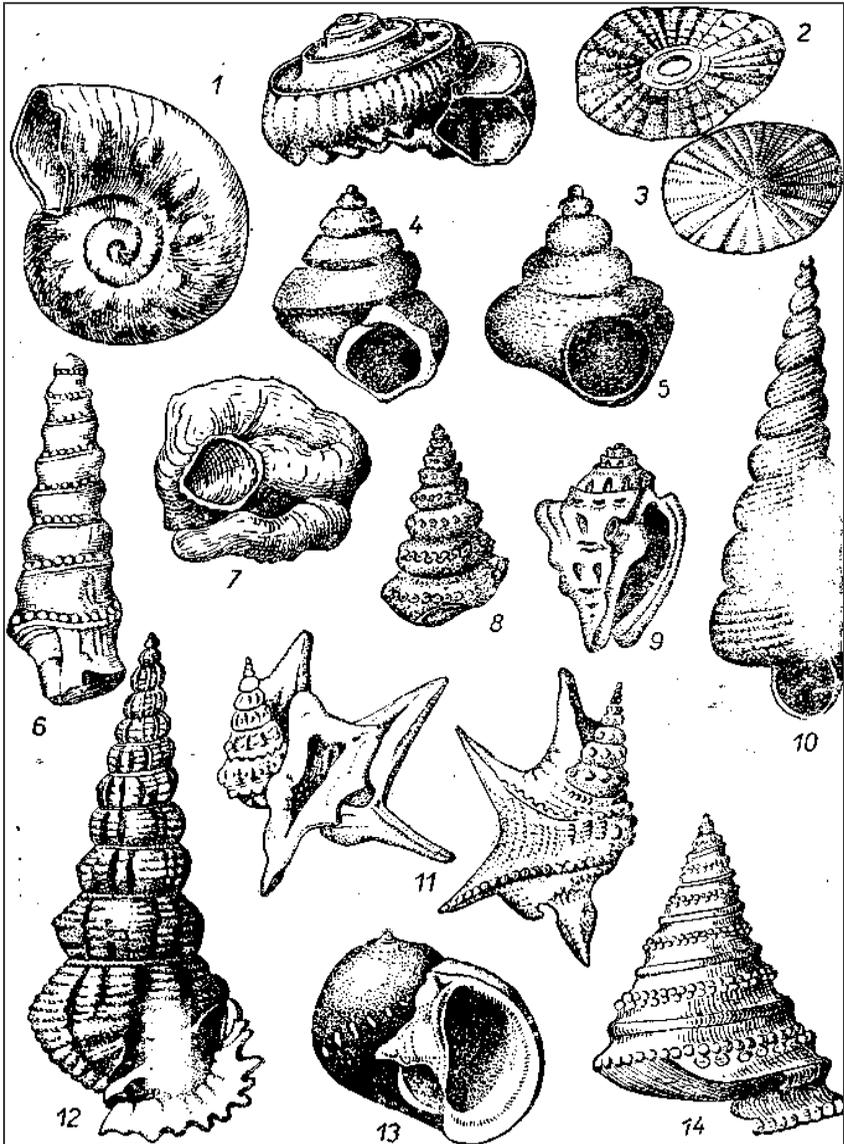


Рис. 46. Ископаемые брюхоногие моллюски.

1 — Euomphalus; 2 — Fissurella; 3 — Patella; 4 — Trochus; 5—Turbo; 6 — Nerinea; 7 — Vermetus 8 — Murchisonia; 9 — Strombus; 10 — Turritella; 11—Aporrhais; 12 — Cerithium; 13 — Natica; 14 — Pleurotomaria

Изучение ископаемых раковин брюхоногих и характера их захоронения позволяют нередко решить важные вопросы географии прошлых геологических эпох (определять приблизительно соленость, глубину бассейна, характер грунта, степень подвижности воды, направление течений и т. д.).

### 3. Класс *Bivalvia*. Двустворчатые моллюски

Бивальвии — одиночные преимущественно двусторонне-симметричные животные, морские, солоноватоводные или пресноводные. Уплощенное мягкое тело с редуцированной головой заключено в известковую раковину, которая состоит из двух равных или неравных створок, расположенных на боковых сторонах животного. Плоскость симметрии проходит (у подавляющего большинства) между створками. Нога, как правило, клиновидной или топоровидной формы, вследствие чего двустворчатых часто называют *пелециподами* (Pelecypoda — топоронogie). В настоящее время известно около 15 000 видов, ископаемых почти в два раза больше. Появились в середине кембрия. Особенного разнообразия достигли в мезозое и кайнозое.

*Строение мягкого тела.* Мягкое тело бивальвий покрыто мантией, состоящей из двух лопастей: левой и правой. Лопастии мантии прилегают к внутренней поверхности створок, срастаясь на спинной стороне. Края мантии (кроме спинного) могут быть свободными или сросшимися в одном или нескольких местах. У большинства бивальвий при срастании заднего края образуется два отверстия: нижнее — вводное и верхнее — выводное. У двустворчатых моллюсков, зарывающихся в грунт, задний край мантии вытягивается в виде двух трубок, которые называются *сифонами*. Сифоны могут быть разной длины; они или втягиваются в раковину при помощи особой системы мускулов, или остаются в течение всей жизни выставленными наружу. Краевая часть мантии прикрепляется изнутри к раковине продольным рядом мышечных волокон.

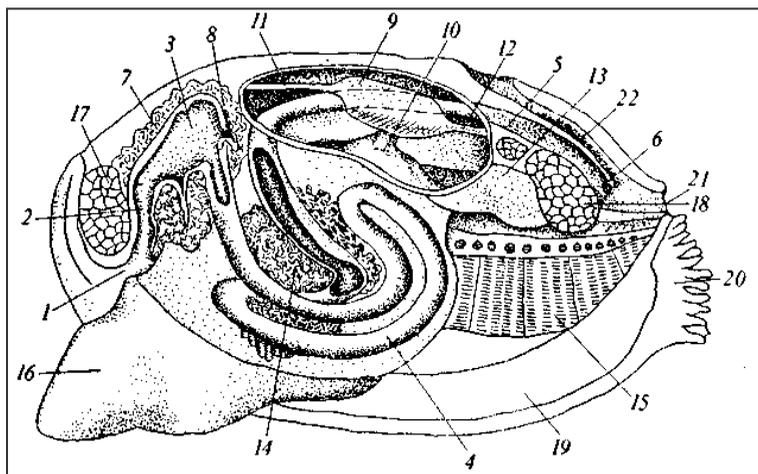
Раковина бивальвий выделяется мантией и состоит из двух створок, соединенных связкой, или лигаментом. Связка служит для открывания раковины. Она помещается вдоль спинного края, либо на особой площадке — арее, либо в особых углублениях (сложная связка), либо на ложкообразном выступе. Связка бывает наружной или внутренней.

Закрывается раковина при помощи парных или непарных мускулов — толстых пучков мышечных волокон, прикрепленных к раковине. У большинства двустворок имеется два мускула: передний и задний. У некоторых прикрепляющихся форм передний мускул атрофируется и сдвигается под макушку; задний мускул увеличивается в размерах и сдвигается вперед, помещаясь почти посредине раковины. Под мантией расположено туловище, нога и жабры. Головы нет. Нога находится на брюшной стороне туловища; форма ее зависит от образа жизни животного. Чаще всего форма ноги клиновидная или топоровидная, сжатая с боков. Нижний край ее заострен. Такая нога служит для зарывания в рыхлый осадок. У двустворчатых моллюсков, прирастающих одной створкой к субстрату, нога редуцируется или совсем отсутствует. Характерной особенностью ноги у некоторых бивальвий является наличие особой железы, которая вырабатывает органические клейкие волокна — биссусные нити для прикрепления животного к подводным предметам. Над ногой расположен висцеральный мешок, где помещаются почти все внутренние органы.

Пищеварительная система двустворчатых очень проста: ротовое отверстие ведет прямо в короткий пищевод, затем следует объемный желудок и длинный кишечник, заканчивающийся анальным отверстием. В желудок впадают протоки печени. Нервная система состоит из трех пар нервных узлов. Органы чувств развиты слабо. Кровеносная система не вполне замкнутая. Имеется сердце с желудочком и двумя предсердиями (рис.47).

Органами дыхания служат жабры, которые располагаются в задней части тела в особой мантийной полости по обе стороны от ноги (рис. 48). Они бывают гребенчатыми, нитевидными и

пластинчатыми. У многих двустворчатых на поверхности жабр наводятся многочисленные мерцательные реснички, создающие при колебании ток воды с пищевыми частицами ко рту. Таким



образом, жабры служат не только для дыхания, но и для

Рис. 47. Схема внутреннего строения двустворки:

1 — ротовое отверстие, 2 — пищевод, 3 — желудок, 4 — средняя кишка, 5 — прямая кишка, 6 — анальное отверстие, 7 — печень, 8 — протоки печени, 9 — желудочек сердца, 10 — предсердие, 11 — передняя аорта, 12 — задняя аорта, 13 — почка, 14 — половая железа, 15 — жабра, 16 — нога, 17 — передний мускул-замыкатель, 18 — задний мускул-замыкатель, 19 — мантийная складка, 20 — вводный сифон, 21 — выводной сифон, 22 — спинной мантийный канал

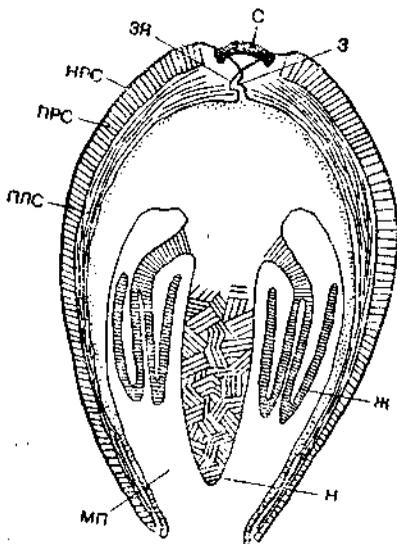


Рис. 48. Схематический поперечный разрез двустворчатого моллюска: ж — жабры, з — зуб, зя — зубная ямка, мп — мантийная полость, н — нога, нрс — наружный (хитиновый) слой, плс —

пластинчатый слой,  
прс — призматический слой,  
с — связка

сортировки и транспортировки пищевых частиц.

*Строение скелета.* Раковина двустворчатых состоит из карбоната кальция с незначительной примесью других солей. Небольшой процент составляет органическое вещество. В составе раковины выделяют три слоя: наружный, сложенный органическим веществом, средний — призматический, состоящий из призм кальцита или арагонита, и внутренний — перламутровый, состоящий из мельчайших листочков арагонита, расположенных параллельно поверхности створки.

У двустворчатых различают две створки: правую и левую. В каждой створке выделяют спинной, брюшной, передний и задний края (рис. 49). Наиболее выступающие части створок на спинном крае называются макушками. Подавляющее большинство бивальвий имеет неравностороннюю раковину, так как макушки у них приближены к переднему краю, у некоторых форм раковина равносторонняя с центральным положением макушек. Для определения створок (правой и левой) следует раковину расположить макушкой вверх и передним краем от себя. Тогда справа будет правая створка, а слева — левая.

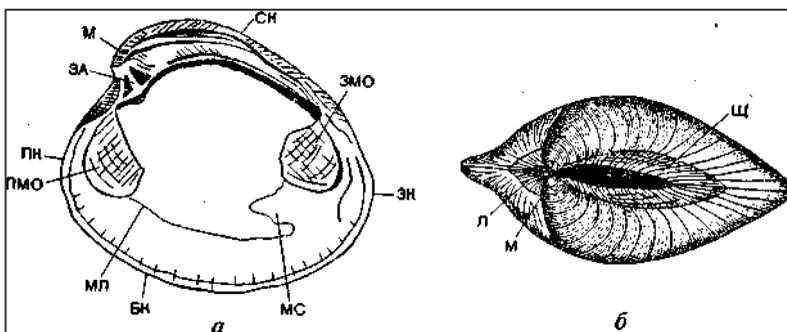


Рис. 49. Схема строения раковины двустворчатого моллюска

а — правая створка изнутри; б — вид со стороны спинного края, бк — брюшной край, зк — задний край, змо — задний мускульный отпечаток, за — замочный аппарат, л — лунка, м — макушка, мл — мантийная линия, мс — мантийный синус, пк — передний край, пмо —

передний мускульный отпечаток, щ — щиток

У некоторых двустворчатых моллюсков на спинной стороне впереди и сзади макушек имеются обособленные площадки: передняя называется *лункой*, а задняя — *щитком*. От остальной поверхности они отличаются скульптурой. У большинства бивальвий при закрывании створки плотно прилегают друг к другу; у зарывающихся и сверлящих форм раковина имеет зияния на переднем и заднем конце и называется зияющей.

Форма раковины двустворок чрезвычайно разнообразна и зависит от образа жизни: у подвижных и зарывающихся обе створки одинаковые (равностворчатые раковины), округлые, овальные или сильно удлинённые и уплощенные. Прирастающие имеют несимметричную раковину со створками разной величины и выпуклости (неравностворчатые раковины); редко одна створка может быть конусовидной или кубкообразной, другая — плоской в виде крышечки. Такие двустворки по внешнему виду очень напоминают одиночные кораллы (явление конвергенции).

Размеры раковин колеблются в широких пределах: от 2—3 мм до 1,5 м. К гигантским двустворкам относятся современные тридакны, живущие в тропических морях; масса ее раковины достигает 200 кг.

Наружная поверхность створок бывает гладкой, покрытой только тонкими *линиями нарастания*. При временной остановке роста иногда образуются грубые валикообразные концентрические кольца. Кроме линий нарастания могут развиваться радиальные ребра, расходящиеся от макушки, или концентрические ребра, идущие параллельно краям створок. Ребра гладкие или несут дополнительную скульптуру: чешуйки, бугорки, шипы и иглы. Наружный слой у современных бивальвий, живущих на мелководье тропических морей, ярко и пестро окрашен. Более скромную окраску имеют раковины бивальвий умеренных и холодных морей. Тонкая, полупрозрачная, бледно окрашенная раковина присуща глубоководным формам. В ископаемом состоянии окраска

практически не сохраняется.

Створки раковины скрепляются при помощи замка, состоящего из системы выступов — *зубов* и углублений — *зубных ямок*. Замок располагается вдоль спинного края на утолщенной замочной площадке. Зубы одной створки входят в соответствующие зубные ямки другой, обеспечивая прочное сочленение створок.

На внутренней поверхности створок сохраняются различные образования, частично отражающие расположение некоторых мягких частей тела. К ним относятся места прикрепления мускулов — *мускульные отпечатки*.

Вблизи брюшного края более или менее параллельно ему проходит полоска — мантийная линия — след прикрепления мантии к внутренней поверхности створки. Мантийная линия бывает цельной или имеет в задней части створки (под задним мускульным отпечатком) изгиб — *мантийный синус* (см. рис.49).

*Систематика.* Единой общепринятой систематики двустворчатых моллюсков до сих пор нет. Зоологи выделяют отряды по строению внутренних органов и особенно жабер. Ввиду того что в ископаемом состоянии мягкие части тела не сохраняются, палеонтологи при выделении отрядов опираются на особенности строения раковины и прежде всего замка. По этому признаку класс *Bivalvia* делится на шесть отрядов: *Taxodonta* — рядозубые; *Anisomyaria* — неравномускульные; *Desmodonta* — связкозубые; *Heterodonta* — разнозубые; *Schizodonta* — расщепленнозубые; *Rudistae* — рудисты.

*Образ жизни.* Двустворчатые моллюски (рис. 50-52)— обитатели различных водоемов: морских, солоноватоводных и пресных. На суше не встречаются. Они являются бентосными организмами: одни из них медленно передвигаются по дну при помощи ноги, другие прикрепляются биссусными нитями или путем цементации (прикрпания раковины к твердым предметам с помощью органического вещества и извести), третьи зарываются в грунт. Часть двустворок высверливает норки в древесине (древоточцы) или скальных, преимущественно известковых породах (камнеточцы). Немногие ведут свободнолежачий образ жизни и в случае опасности могут переплывать на короткие

расстояния, хлопая створками. Многие двустворки питаются микропланктоном или органическим детритом, находящимся во взвешенном состоянии в воде. Часть двустворок относится к

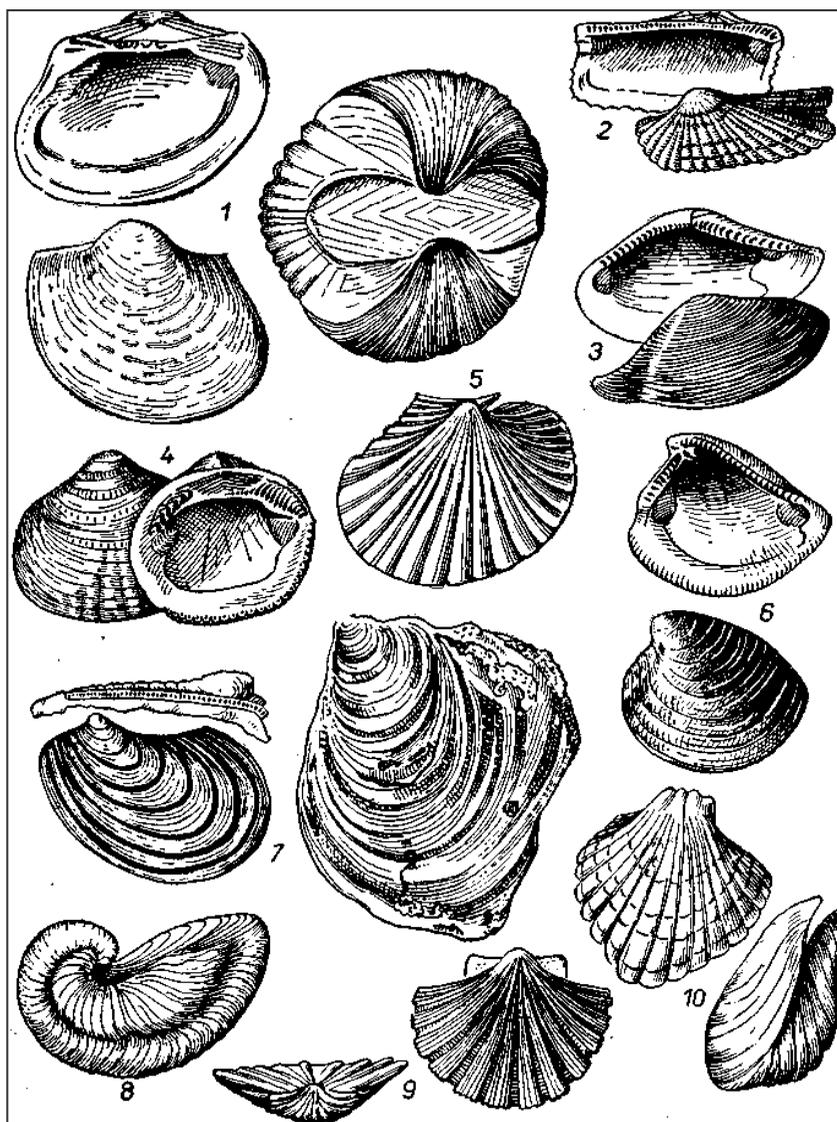


Рис. 50. Ископаемые двустворчатые моллюски;  
 1 — Cucullaeu; 2 — Arca; 3 — Leda; 4 — Glycymeris; 5 — Monotis;  
 6 — Nucula; 7 — Inoceramus; 8 — Gryphaea; 9 — Pecten; 10 — Ostrea

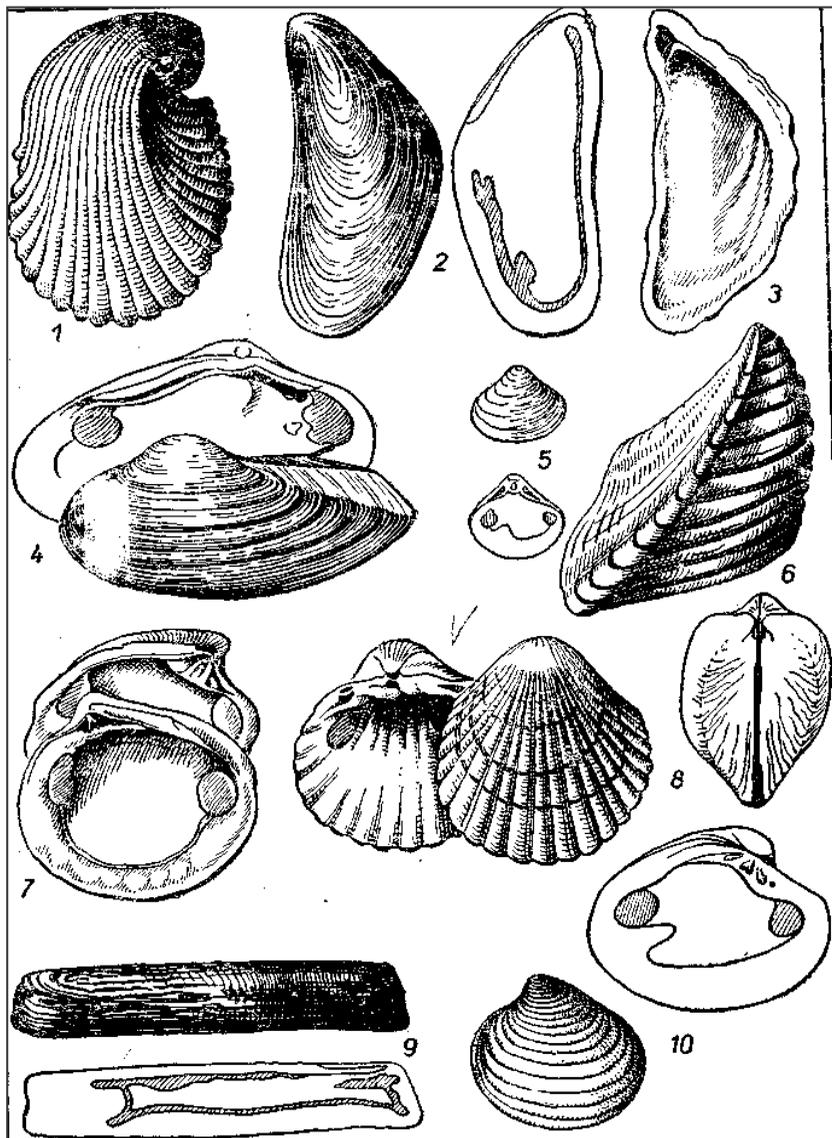


Рис. 51. Ископаемые двустворчатые моллюски:  
 1 — *Exogyra*; 2 — *Mytilus*; 3 — *Dreissena*; 4 — *Unio*; 5 — *Astarte*; 6 —  
*Trigonia*; 7 — *Cyprina*; 8 — *Cardium*; 9 — *Solen*; 10 — *Venus*

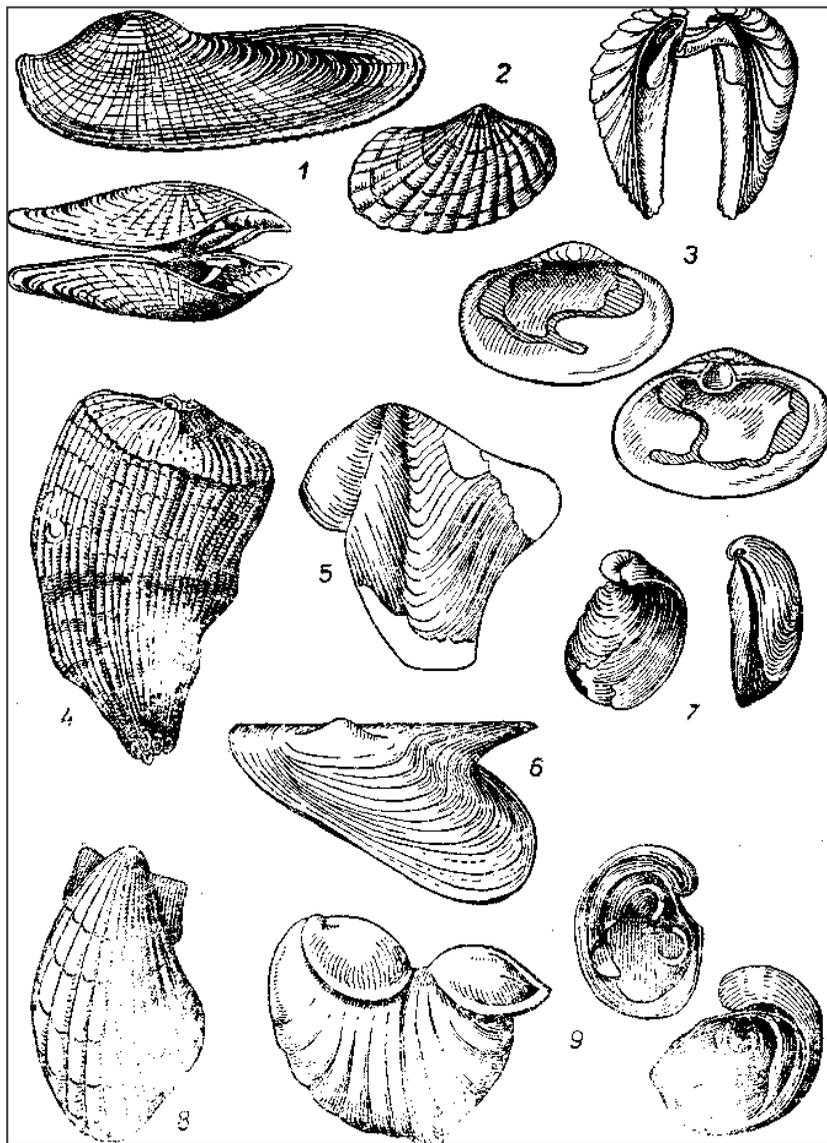


Рис. 52. Ископаемые двустворчатые моллюски:  
 1 — *Pholas*; 2 — *Pholadomya*; 3 — *Mya*; 4 — *Hippuritella*;

грунтоедом и лишь немногие формы являются плотоядными.

*Геологическая история.* Двустворчатые моллюски появились в позднем кембрии. Наиболее древние двустворки при-иадлежали к отряду рядозубых и обладали мелкими размерами тонкостенной раковины. Рядозубые двустворки явились родо-начальной группой, от которой в конце кембрия — начале ордовика отделились беззубые, в ордовике — связкозубые и расщепленнозубые, в конце ордовика — начале силура — разнозубые. От разнозубых в начале юры ответвился отряд рудистов, полностью вымерший к концу мезозоя.

Для стратиграфии палеозойских отложений двустворчатые моллюски не имеют большого значения, так как по сравнению с другими группами беспозвоночных (брахиоподами, трилобитами, кораллами и др.) они были менее распространены. Начиная с мезозоя, двустворки получают широкое распространение и в кайнозое испытывают расцвет. Многие роды и виды двустворок имели непродолжительное время существования и поэтому являются хорошими руководящими ископаемыми.

Массовое скопление раковин двустворок, особенно в областях мелководья, приводит к образованию раковинных известняков, которые нередко разрабатываются для получения строительного материала (Керченский полуостров).

#### ***4. Класс Cephalopoda. Головоногие моллюски***

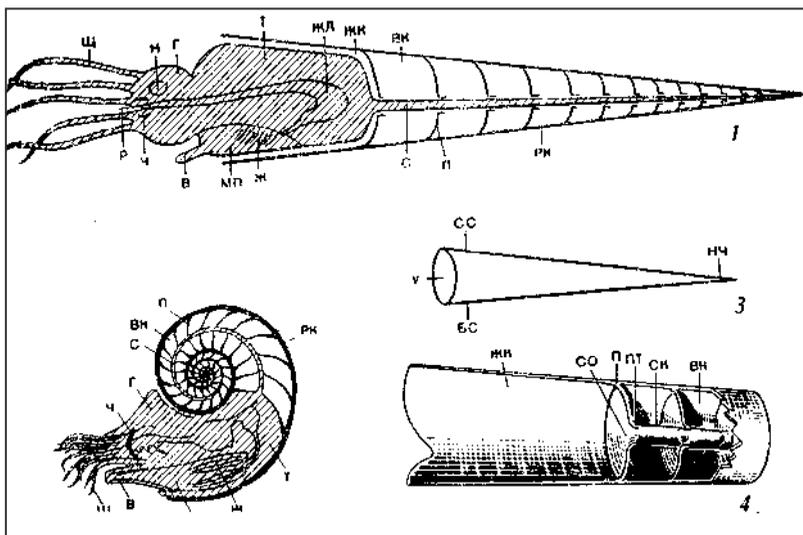
Головоногие — моллюски, достигшие высшей ступени организации среди всех беспозвоночных моря. Это обитатели нормально соленых морских бассейнов, ведущие активноплавающий хищный образ жизни. К ним относятся современные кальмары, каракатицы (сепии), осьминоги, наutilusы, вымершие аммониты, белемниты и другие группы.

*Строение мягкого тела.* Тело головоногих короткое или удлиненное, двусторонне-симметричное с ясно обособленной, головой (рис. 53). Туловище покрыто мантией, которая на спинной стороне срастается с телом, а на брюшной отступает от

него, образуя мантийную полость, открывающуюся только спереди у головы щелевидным отверстием. Нога, столь характерная для всех других моллюсков, преобразована; вместо нее у головоногих формируются *щупальца*, срастающиеся с головой, и *воронка*. Воронка — это особое, служащее для плавания устройство. Через нее из мантийной полости толчками выбрасывается вода, поступающая сюда сквозь щелевидное отверстие, чем достигается реактивное передвижение задним концом тела вперед. Щупальцы — выросты в передней части головы, количество и величина которых различны у разных групп головоногих, служат отчасти для передвижения, но главным образом для охвата пищи и обороны. В центре венца щупалец расположен рот, вооруженный двумя хитиновыми или обызвествленными челюстями, напоминающими клюв. В глотке имеется радула, служащая для измельчения пищи. Дыхание осуществляется жабрами, находящимися в мантийной полости. В мантийную полость открывается анальное отверстие и выведены протоки выделительной системы и половых желез. У наиболее совершенных представителей высокого развития достигают нервная система и органы чувств, а также кровеносная система. В голове нервные узлы или ганглии образуют скопление, подобное головному мозгу позвоночных. Исключительно совершенны глаза, достигающие крупных размеров. Кровеносная система почти замкнутая, а сердце состоит из нескольких камер.

*Строение скелета.* Большинство головоногих имеет своеобразную известковую раковину, представляющую прямую, согнутую или свернутую в спираль коническую трубку (см. рис. 53), открытую на одном конце (отверстие называется устьем или апертурой), разделенную внутри поперечными перегородками — *септами* на камеры. Мягкое тело находится в передней жилой камере. Остальные, так называемые газоносные или воздушные, камеры — полые (в совокупности они образуют так называемый фрагмокон), через них сквозь сифонные отверстия в перегородках проходит лишь мягкий тяж — вырост задней части тела — так называемый *сифон*. Вокруг отверстия септа переходит и отогнутую, обращенную назад (реже вперед)

перегородочную (сифонную) трубку. Кольца вместе с перегородочными трубками служат стенками для сифона в межсептальных промежутках; они имеют спикульное (не



сплошное)

Рис. 53. Строение головоногих моллюсков

1 - с прямой раковиной, 2 — со спиральной раковиной, в продольном разрезе, 3 — внешний вид прямой раковины и ее элементы, 4 — передняя часть прямой раковины в продольном разрезе и элементы внутреннего строения, бс — брюшная сторона, в — воронка, вк — воздушные камеры, г — голова, ж — жабры, жк — жилая камера, жл — желудок, мп — мантийная полость, н — скопление нервных клеток, нч — начальная часть раковины, п — перегородки, пт — перегородочная трубка, р — рот, рк — раковина, с — сифон, ск — соединительное кольцо, со — сифонное отверстие, сс — спинная сторона, т — туловище, у — устье, ч — челюсти, щ — щупальца

строение и через них мог осуществляться газо-и водообмен с газоносными камерами, что необходимо для гидростатического равновесия организма, имеющего камерную полую раковину, при плавании, погружении и всплывании.

*Камеры* образуются путем периодического продвижения мягкого тела вперед, наращивания стенки и выделения перегородок сзади.

У множества головоногих, образующих особую филогенетическую группу, раковина полностью заключена внутри мягкого тела. В этом случае она видоизменяется, редуцируется и у некоторых исчезает совсем.

Раковины головоногих встречаются в породах всего фанерозоя и часто в большом количестве. Они имеют первостепенное значение для геологии. Кроме раковин от головоногих остаются челюсти — клювики, так называемые ринхолиты; поскольку они встречаются отдельно от раковин, бывает трудно решить, к какой группе головоногих относятся те или иные их разновидности.

*Систематика.* Все головоногие подразделяются на два подкласса: Ectocochlia (наружнораковинные) и Coleoidea или Endocochlia (колеоидеи или внутреннераковинные), каждый из которых делится на надотряды.

#### **Подкласс Ectocochlia. Наружнораковинные.**

Наружнораковинные появились в кембрии и существуют ныне. Но в современных морях обитает только один реликтовый род *Nautilus*, состоящий из четырех видов, живущих между Юго-Восточной Азией и Австралией. В прежние геологические эпохи, начиная с ордовика и до конца мела, наружнораковинные головоногие были одними из наиболее распространенных беспозвоночных моря.

Еще сравнительно недавно среди наружнораковинных выделялись только два надотряда. Однако в настоящее время они разделены на шесть надотрядов: Nautiloidea, Endoceratoidea, Actinoceratoida, Orthoceratoidea, Bactritoidea, Ammonoidea (рис. 54, 55).

#### **Подкласс Coleoidea (Endocochlia). Колеоидеи или внутреннераковинные**

В современных морях колеоидеи широко представлены кальмарами, осьминогами, сепиями, а в прошлые геологические эпохи — белемнитами и другими группами. Раковина, если она имеется, покрыта мантией, заключена внутри мягкого тела (которое оказывается значительно больше не только жилой камеры, но и раковины в целом) и в принципе имеет в общем тот же характер, что и у наружнораковинных, но поверх и сзади от

нее выделяется дополнительный элемент — *ростр* (у белемнитов); у ряда групп раковина сильно видоизменяется (у каракатиц, например) или редуцируется до полного уничтожения (кальмары, осьминоги). У одной из групп (аргонавты) возникает новая раковина, выделяемая не мантией, а руками (щупальцами), являющаяся по положению наружной, внешне очень напоминающей спирально свернутую раковину наружнораковинных, но без септ и с другой структурой; такая раковина аналогична (но не гомологична) раковинам наружнораковинных. Ныне живущие внутреннераковинные имеют 2, а наружнораковинные 4 жабры.

*Систематика.* Ископаемые внутреннераковинные систематизируются по особенностям скелета; современные — главным образом по строению мягкого тела. Среди колеоидей выделяют несколько надотрядов. Для стратиграфии особенно важны полностью вымершие белемниты.

### **Надотряд Belemnioidea. Белемноидеи**

По внешнему виду, судя по отпечаткам на породе и на основании морфофункционального анализа их скелетов, белемниты напоминают современных кальмаров (рис. 56), однако сильно отличаются от них наличием хорошо развитой раковины, в которой различают такие части: фрагмокон, проостракум (не у всех), жилая камера (у части) и ростр (иногда слабо развитый). *Фрагмокон* соответствует фрагмокону наружнораковинных головогих. Он имеет коническую форму с разным углом расширения; внутри разделен перегородками, отделяющими газоносные камеры, расположенными у одних близко друг к другу, у других — на значительном расстоянии. Сифон всегда краевой, расположен на брюшной стороне, узкий, с короткими сифонными трубками. Последняя камера развита лишь у некоторых представителей, а у большинства белемнитов редуцируется и остается лишь рудимент ее спинной стенки в виде проостракума, который может вторично удлиняться. Фрагмоконы редко сохраняются в ископаемом состоянии, а проостракумы известны лишь по уникальным находкам. Чаще всего от белемнитов сохраняются только ростры, по которым в основном и строится их систематика. Ростр — это довольно

массивное образование субконической, субцилиндрической, веретеновидной, ланцетовидной и другой формы, состоящее из слоев карбоната кальция, между которыми, по последним данным, первоначально находились полые промежутки, заполнившиеся затем вторичным

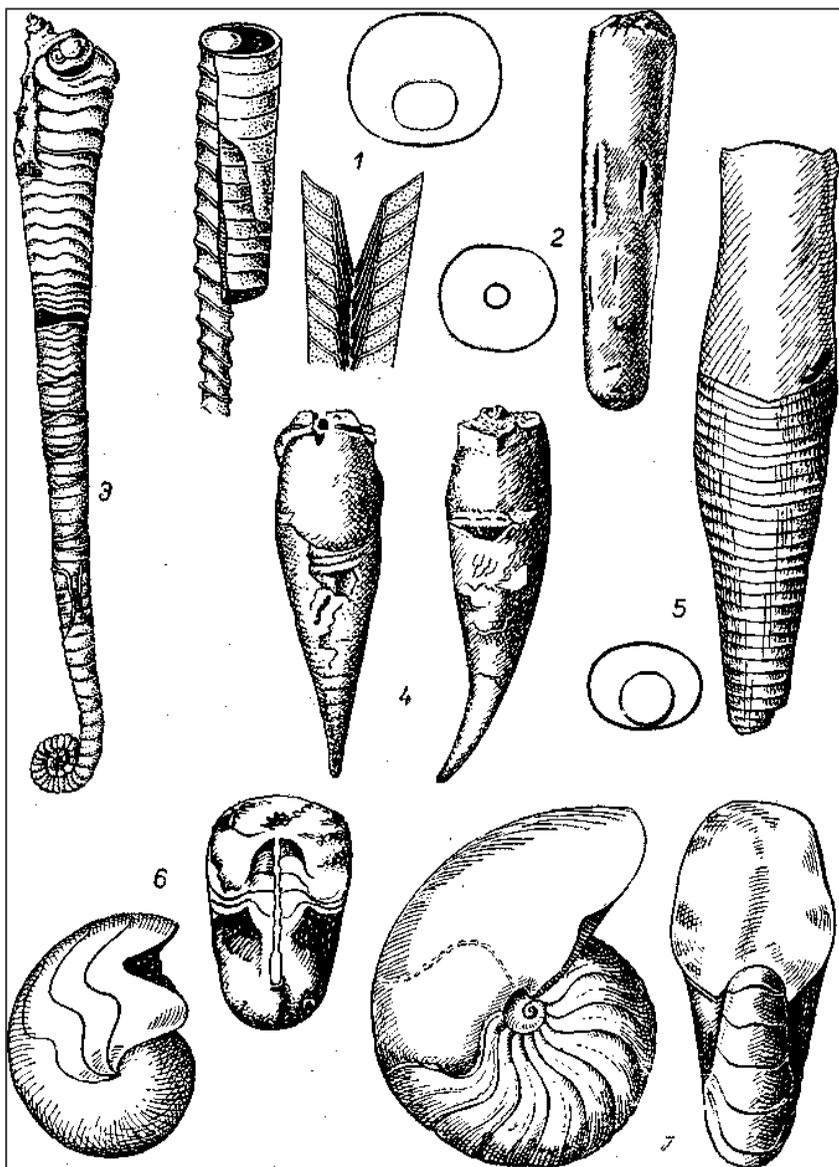


Рис. 54. Ископаемые наутилоидеи:  
 1 - Endoceras; 2 - Orthoceras; 3 - Lituites; 4 - Poterioceras;  
 5 - Actinoceras; 6 - Aturia; 7 - Nautilus

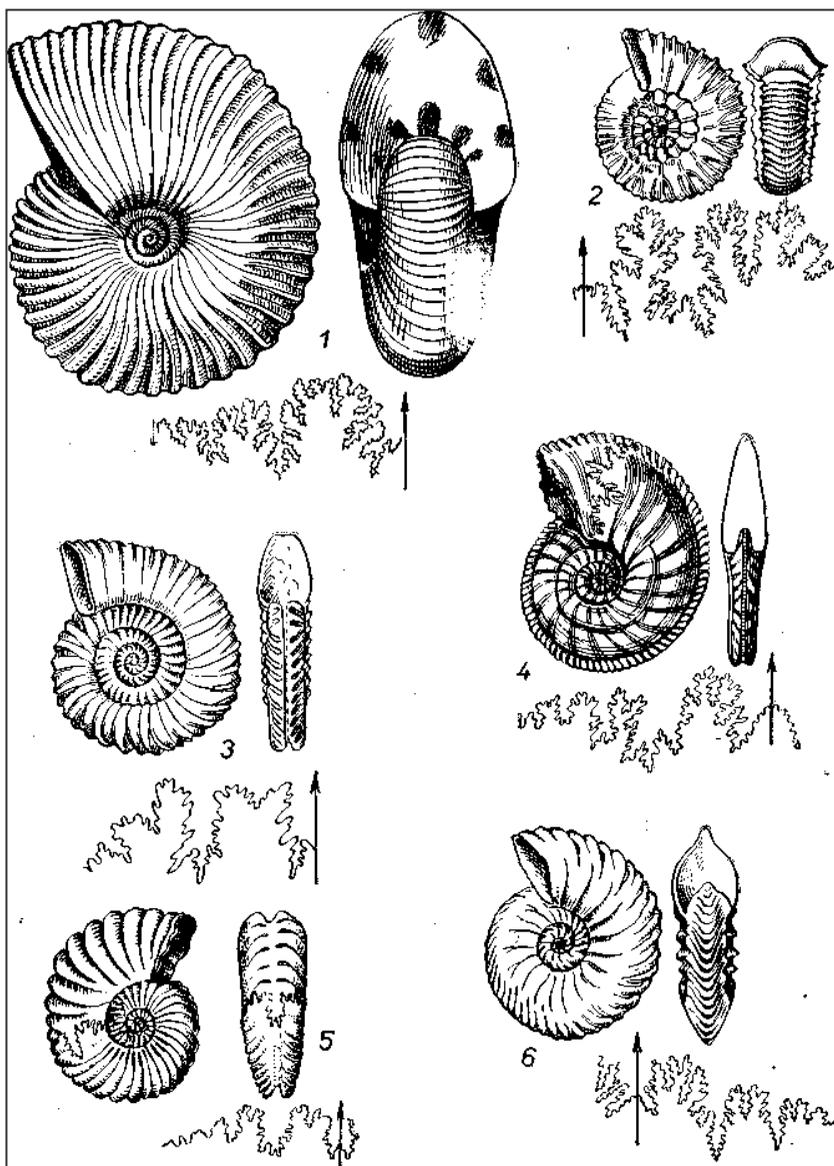


Рис. 55. Аммониты:  
 1 — Macrocephalites; 2 — Simbirskites; 3 — Parkinsonia;  
 4 — Amaltheus; 5 — Hoplites; 6 — Cardioceras

кальцитом. В передней, так называемой альвеолярной части ростра расположено коническое углубление — *альвеола*, в которой помещался фрагмокон. Позади находится послеальвеолярная часть ростра, которая заканчивается более или менее заостренным концом — вершиной ростра. Ростр выполнял функцию балансира, уравнивал организм в горизонтальном положении, защищал тонкостенный фрагмокон при плавании и служил опорой для плавников, которые оставляли более или менее выраженные продольные борозды на поверхности ростра. Эти борозды, отражающие структуру мантии, имеют первостепенное значение для систематики белемнитов. При определении белемнитов учитывается также общая форма ростра, форма его поперечного сечения, признаки внутренней структуры. На продольных расколах ростра по линиям нарастания видно, как меняется форма ростра в онтогенезе. Борозды на поверхности ростра изменяются по количеству, по положению, по глубине протяженности.

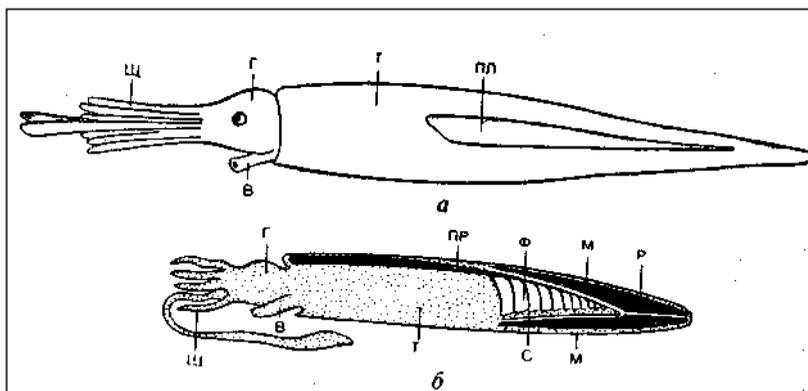


Рис. 56. Схема строения белемнита:

*a* — снаружи, *б* — в продольном разрезе, *в* — воронка, *г* — голова, *м* — мантия, *пл* — плавники, *пр* — проостракум, *р* — ростр, *с* — сифон, *т* — туловище, *ф* — фрагмокон, *щ* — щупальца

У некоторых белемнитов вместо альвеолярной брюшной борозды развивается альвеолярная щель, которая рассекает стенку альвеолы. У представителей некоторых родов присутствует спинная альвеолярная борозда. Почти у всех

белемнитов имеются обычно трудно различимые борозды на боковых сторонах; у представителей одного из семейств от них ответвляются многочисленные так называемые «отпечатки кровеносных сосудов». Положение брюшной и спинной сторон первично определяется по положению сифона во фрагмоконе. По рограм положение сторон узнается косвенно — брюшная сторона бывает часто уплощена или выпукла менее спинной и на ней чаще развита альвеолярная или вершинная борозда, к ней приближены вершина альвеолы и апикальная линия — линия стыка следов нарастания рогра, видимая на продольном расколе рогра, соединяющая вершину альвеолы и вершину рогра.

*Систематика.* Белемноидеи, существовавшие с раннего карбона по средний палеоген, подразделяются на два отряда; Aulacoscerida и Belemnitida (рис. 57).

*Образ жизни.* Внутреннераковинные были чрезвычайно широко распространены в морях во всех климатических поясах. Белемниты были активными пловцами, о чем свидетельствует их торпедовидная у большинства форма тела. Однако они не плавали, по-видимому, так быстро, как, например, кальмары. Наличие у них полого фрагмокона и рогра — длинного жесткого опорного скелета, выполнявшего также гидростатическую функцию, делало тело их негибким и не способствовало быстрому маневрированию. Многие из них, видимо, вели нектонно-бентосный образ жизни. Другие были менее зависимы от дна и держались в толще воды. В общем, это были обитатели шельфа. Среди других колеоидей мы находим и типично пелагических животных, живущих на разных глубинах и обычно хорошо плавающих (кальмары), но некоторые, мигрируя в толще воды, часто «висят» головой вниз (спирулы), в чем им помогает спиральная полая раковина (фрагмокон), расположенная внутри в задней части тела. Среди колеоидей много животных, придерживающихся дна и временами закапывающихся в ил (каракатицы — сепии) или живущих среди камней и в расщелинах (многие осьминоги).

*Геологическая история.* Наиболее древними внутреннераковинными были белемноидеи, произошедшие, по-видимому, от бактритоидей в конце девона — начале карбона.

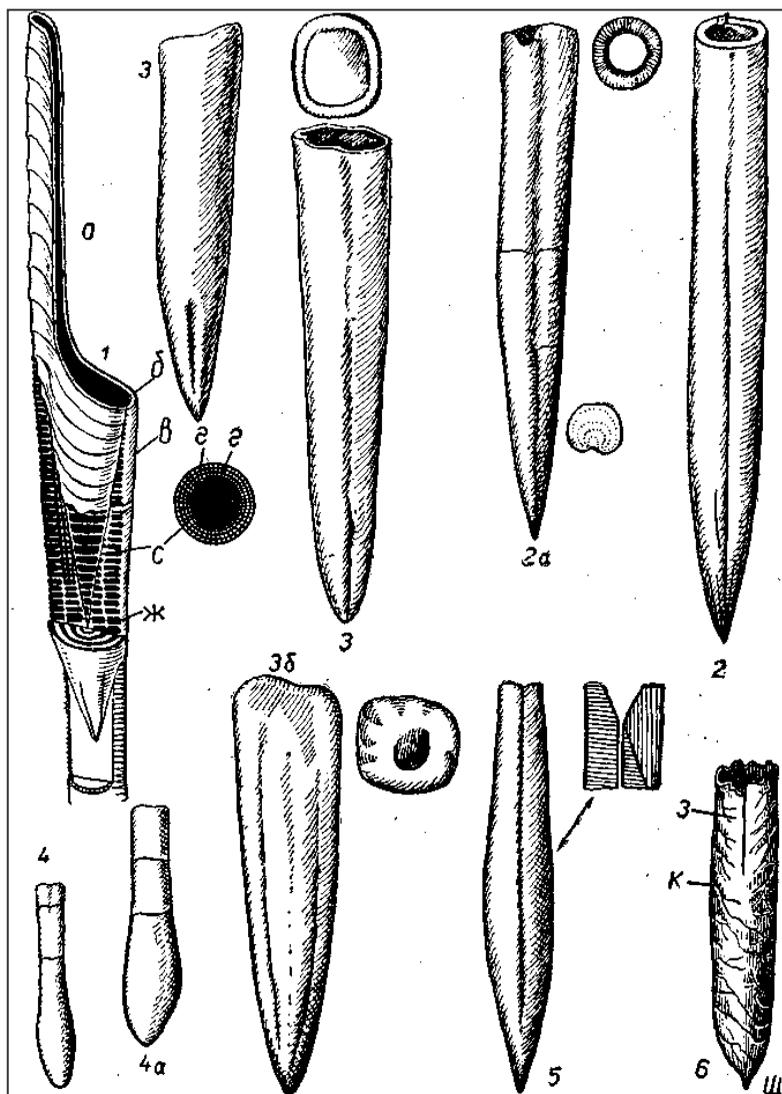


Рис. 57. Белемниты:

1 — строение раковины (*a* — прострактум, *б* — флагмакон, *в* — ростр, *г* — светлый слой раковинного вещества, *е* — сифон, *ж* — эмбриональная камера); 2—6 представители родов белемнитов: 2, 2*a*—*Cylindroteuthis*; 3, 3*a*, 3*б*—*Pachyteuthis*; 4, 4*a*—*Duvalia*; 5 — *Hibolites*; 6 — *Belemnitella* (ростр белемнителл): *к* — отпечатки кровеносных сосудов, *ш* — шип, *з* — альвеолярная щель на переднем конце

Происходило разрастание мягкого тела и облекание им раковины, что приводило к активизации образа жизни. В ходе исторического развития это реализовалось путем редукции жилой камеры, уменьшения длины газовых камер и появления разных плавников — сначала боковых, а потом и в плоскости симметрии. В дальнейшем некоторые белемноидеи испытали утрату камерной части раковины, а вместе с ней и ростра, выполнявшего роль балансира (у кальмаров, осьминогов), или изменение её в своеобразную губчатую раковину у сепий. У других форм (спирул с их «висячим» образом жизни) редукции камерной раковины не происходит, она лишь видоизменяется и продолжала выполнять роль «плавательного пузыря».

Белемноидеи, жившие с карбона, особенно широко были распространены в юре и мелу, фактически вымерли в конце мела, хотя реликтовые формы известны из палеогена (эоцена). Другие — представители более совершенных групп с редуцированной раковинной — широко представлены в современных морях.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип MOLLUSCA (моллюски): строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть классы: Gastropoda (брюхоногие), Bivalvia (двустворчатые), Cephalopoda (головоногие).
3. Определить 4—5 форм из предложенных коллекций. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11 (2 ч)

**Тема:** Многоклеточные. Тип **ECHINODERMATA** (иглокожие)

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами типа иглокожие, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни классов морские лилии и морские ежи, установить по ископаемым остаткам иглокожих различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Коллекции ископаемых иглокожих.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### План.

1. Тип **ECHINODERMATA**. Иглокожие.
2. Класс **Crinoidea**. Криноидеи (морские лилии).
3. Класс **Echinoidea**. Морские ежи.

#### *1. Тип **ECHINODERMATA**. Иглокожие*

Иглокожие представляют своеобразный и четко обособленный тип одиночных морских животных, ведущих обычно бентосный подвижный или прикрепленный образ жизни. Тело иглокожих имеет разнообразную форму — шара, звезды, бутона, мешка, чашечки и т. д., причем в подавляющем большинстве случаев оно характеризуется наличием радиальной (пятилучевой) симметрии. Скелет внутренний, состоит из известковых табличек, расположенных в стенке тела; характерно развитие амбулакральной системы с многочисленными ножками, выходящими наружу. Иглокожие известны с позднего докембрия до наших дней. Современные формы (морские ежи, звезды и лилии, голотурии и пр.) обитают на всех глубинах в морях

нормальной солености.

*Строение мягкого тела.* Мешковидное тело иглокожих (рис. 58) имеет трехслойную стенку (наружный эпителий, соединительная ткань, внутренний эпителий), в толще которой находятся скелетные элементы, радиальные отделы кровеносной, нервной и амбулакральной систем, мускулатура. Внутренняя полость тела заполнена жидкостью, близкой по составу к морской воде, но с примесью белков, и вмещает внутренние органы — пищеварительную и половую системы, осевые отделы кровеносной, нервной и амбулакральной систем. Нервная система состоит из околотротовых колец и радиальных тяжей.

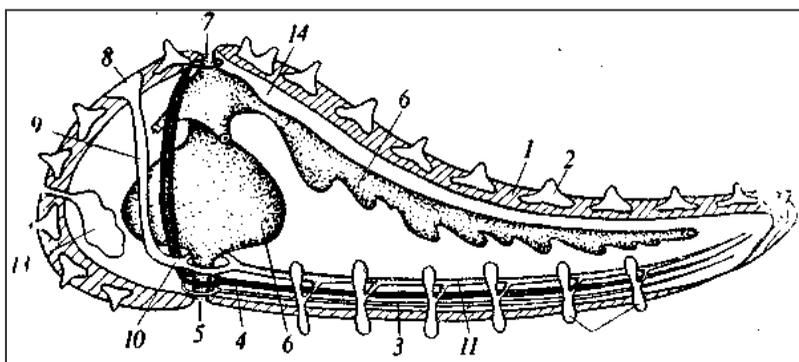


Рис. 58. Схема внутреннего строения иглокожих (разрез по радиусу морской звезды)

1 - стенка, 2 — скелетные элементы, 3 — нервная система, 4 — кровеносная система, 5 — рот, 6 — кишечник с желудком и боковыми выростами, 7 — анальное отверстие, 8 — мадрепорит, 9 — каменистый канал, 10 — кольцевой канал, 11 — радиальный канал, 12 — амбулакральные ножки, 13 — половая железа, 14 — полость тела

Кровеносная система представлена двумя кольцевыми каналами (соединенными осевым) несколькими радиальными и оплетающими кишечник сосудами. Пищеварительный тракт начинается ротовым отверстием, состоит трубкообразного или мешковидного кишечника (иногда с боковыми выростами) и заканчивается анальным отверстием. Только для иглокожих характерна *амбулакральная*, или водно-сосудистая система, заполненная жидкостью. Она начинается отверстием в стенке

тела, часто прикрытым специальной пластинкой — *мадрепоритом*; от этого отверстия каменистый канал протягивается к околотротовому кольцевому; от последнего проходят радиальные сосуды. На них расположены многочисленные фосты — *амбулакральные ножки*, выходящие наружу и служащие для доставки к ротовому отверстию пищи, для передвижения, осязания, дыхания. Органы чувств развиты слабо, (самостоятельных органов выделения нет; функции дыхания иногда исполняют кожные жабры, но обычно — части кишечника, ножки, стенки тела. Иглокожие размножаются половым путем; раздельнополы.

*Строение скелета.* Скелет внутренний; состоит из известковых многоугольных табличек, расположенных под кожей. Снаружи к выступам табличек иногда подвижно прикреплены иглы различных размеров и форм и особые щипцеобразные органы. Скелетные элементы (таблички), с которыми связаны радиальный каналы амбулакральной системы, образуют так называемые *амбулакральные поля*; между ними расположены *межамбулакральные поля* (см. рис. 59, 1).

*Систематика.* Все иглокожие разделены на четыре подтипа (Carpozoa, Crinozoa, Asterozoa, Echinozoa) и более 20 классов. Рассмотрим некоторые из них.

### **ПОДТИП CARPOZOA. КАРПОЗОИ**

Иглокожие, имеющие асимметричное уплощенное тело, лишенное следов радиальной симметрии. Скелет карпозой состоит из чашечки, стебля и брахиолы. Стебель, вероятно, был погружен в осадок на дне моря и удерживал животное на месте; вдоль брахиолы (удлиненного выроста тела) проходил амбулакральный канал с щупальцами, служившими для сбора пищи (рис. 59, 1). Средний кембрий — средний девон.

### **ПОДТИП CRINOZOA. КРИНОЗОИ**

К этому подтипу относятся вымершие и современные иглокожие, обычно ведущие прикрепленный образ жизни (прикрепляющиеся при помощи стебля, прирастающие), иногда свободно передвигающиеся в воде. Эти преимущественно палеозойские животные объединены в семь классов (из которых ниже будут рассмотрены два). Почти для всех представителей

этих классов характерно деление тела на грушевидную или шаровидную чашечку (теку), в которой помещались внутренние органы, и стебель (особенно у вымерших форм); вокруг ротового отверстия располагаются выросты тела — брахиолы, руки. Кембрий — ныне.

## 2. Класс *Crinoidea*. Криноидеи (морские лилии)

Морские лилии — наиболее обширный класс кринозой. Их тело построено из теки, вмещающей внутренние органы, пяти рук, несущих пищевые желобки и служащих для сбора пищи, и стебля, при помощи которого животное прикрепляется к предметам на дне моря. У некоторых (особенно кайнозойских форм) стебель отсутствует и его заменяют пучки усиков. Криноидеи входят в состав, главным образом, неподвижного бентоса, редко подвижного бентоса и еще реже они ведут планктонный образ жизни. Известны с ордовика до наших дней.

*Строение скелета.* Чашечка шаровидная или колпачковидная, расширяющаяся вверх, реже дисковидная. Она состоит из трех венцов табличек; последние обычно имеют пятиугольную форму и, в общем случае, располагаются по 5 в каждом венце. Таблички нижнего венца называются инфрабазальными, среднего — базальными и верхнего — радиальными. Иногда нижний венец может отсутствовать, а количество табличек в базальном венце уменьшается. Сверху чашечка иногда покрыта крышкой из пластинок. В центре крышки расположено ротовое отверстие, рядом с ним мадрепоровая пластинка (мадрепорит) и эксцентрично-анальное отверстие; последнее часто находится на конце трубки или высокой пирамидки. К радиальным табличкам прикреплены руки, которые состоят из многочисленных члеников и могут быть простыми или сложно ветвистыми; членики соединялись при помощи связок и мускульных тяжей, приводящих руки в движение. Пищевые желобки на руках при жизни животного были окаймлены маленькими выростами радиального амбулакralного канала — щупальцами-ножками. Вдоль этих желобков ток воды несет пищу ко рту; для того, чтобы вода не

загрязнялась, анальное отверстие у многих форм вынесено, как уже отмечалось, на вершину длинной трубки или пирамидки. Чашечка вместе с крышкой и руками образует крону (рис. 59, 5).

Стебель криноидей представляет собой колонну, состоящую из уплощенных члеников разного поперечного сечения (это может наблюдаться и у одного экземпляра): круглого (рис. 59, 6), пятиугольного, звездчатого и т. д.

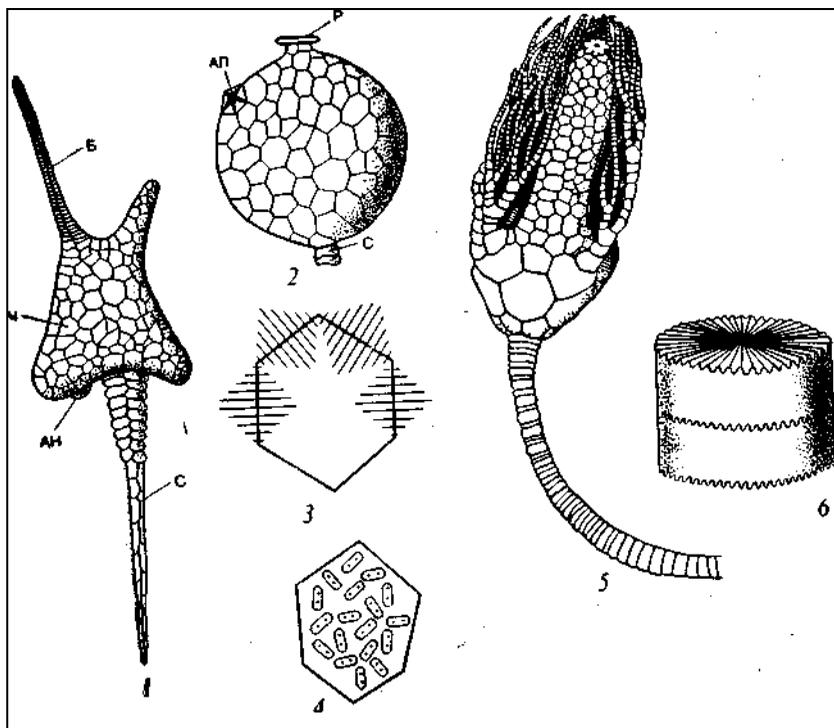


Рис. 59. Подтипы Carpozoa (1) и Crinozoa (2—6)

1 — карпоидея *Dendrocystoides* (поздний ордовик), вид сверху; 2 — цистоидея *Echinospaerites* (средний и поздний ордовик), вид сбоку; 3 — расположение ромбовых пор на соседних табличках у цистоидей; 4 — двойные поры на табличке у цистоидей; 5 — криноидея *Cyathocrinites* (силур — пермь), вид сбоку; 6 — членики стебля морской лилии, б — анальное отверстие, ап — анальная пирамидка, б — брахиола, р — ротовое отверстие, с — стебель, ч — чашечка (тека)

Стебель полый; внутренний канал имеет разный диаметр и

различное поперечное сечение. Поверхности соединения члеников покрыты бороздками и ребрышками, часто образующими сплошной узорчатый рисунок. Стебель прикрепляется к морскому дну при помощи корневидных выростов, пластинки или якоревидного образования.

Часто тонкий стебель обвивает предметы на дне. Некоторые морские лилии на конце стебля несут шаровидное вздутие, разделенное на камеры с газом; это приспособление для плавания часто находят в ископаемом состоянии.

*Образ жизни.* В течение фанерозоя криноидеи меняли образ жизни. В палеозое они жили на мелководье и были прикрепленными, редко планктонными. В мезозое и кайнозое морские лилии постепенно перешли к обитанию в глубоких водах; одновременно появились формы, свободно плавающие над дном при помощи рук. Обычно криноидеи жили и живут большими сообществами; их форма тесно связана с условиями обитания — на илистом дне в спокойной воде расцветают формы нежного сложения с длинными сложными руками, шипами; в прибрежной обстановке развиваются формы массивные, грубые, с простыми короткими руками и прочным стеблем. Морские лилии хорошо приспособлены к жизни в водах с низкой температурой.

Питаются криноидеи планктоном и органическим детритом; пища поступает к ротовому отверстию по желобкам на руках, поэтому количество пищи прямо зависит от длины и сложности ветвления рук.

*Геологическая история.* В ископаемом состоянии криноидеи обычно представлены разрозненными члениками стеблей и рук, табличками, реже целыми чашечками и даже кронами, существуют морские лилии с раннего ордовика (первые достоверные находки) до настоящего времени.

### **ПОДТИП ECHINOZOA. ЭХИНОЗОИ**

Преимущественно подвижные иглокожие с округлым шаровидным или дисковидным телом, без каких-либо выростов характерных для представителей других подтипов; первичная пятилучевая симметрия у некоторых групп в процессе эволюции сменялась двусторонней. В подтип входят семь классов (морские

ежи, голотурии, официстии, текоидеи и другие), среди которых наиболее важен класс Echinoidea. Кембрий — ныне.

### 3. Класс Echinoidea. Морские ежи

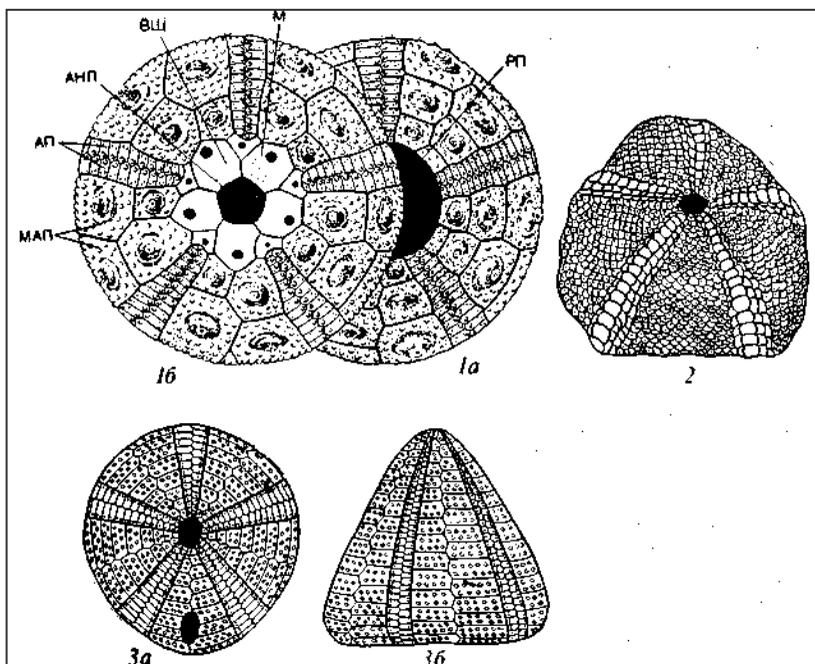
Морские, ежи — подвижные иглокожие с радиальной или двусторонней симметрией тела.

*Строение тела.* Круглое или уплощенное тело покрыто сплошным жестким панцирем из отдельных пластинок, расположенных в вертикальных рядах, сгруппированных в пять амбулакральных и пять межамбулакральных полей. Панцирь имеет два отверстия, при жизни животного затянутых кожистыми пленками, — перистом и перипрокт; в их пределах находятся соответственно ротовое и анальное отверстия. Ротовая сторона в прижизненном положении обращена у морских ежей к субстрату и является нижней стороной. Поверхность панциря покрыта тонким эпителием, над которым торчат иглы, число и размеры которых колеблются в широких пределах. Внутренняя полость тела заполнена жидкостью и вмещает все внутренние органы, подчиненные одному плану размещения — вокруг пищевода располагаются кольцевые сосуды и тяжи, от которых отходят радиальные. Так построена пищеварительная, амбулакральная, кровеносная и нервная системы. Функцию дыхания выполняет амбулакральная система, наружный эпителий или особые кожные выросты вокруг ротового отверстия. Органы размножения представлены пятью половыми железами, протоки которых открываются вокруг анального отверстия.

*Строение скелета.* Обычная форма панциря — шаровидная или близкая к ней, конусовидная, дисковидная с четко выраженной пятилучевой симметрией (рис. 60, 1) или двусторонне-симметричная, с обособлением у форм с радиальной симметрией нижнего полюса (ротовое поле) и верхнего полюса (анальное поле).

Панцирь состоит из различных табличек, образующих четыре системы: корональную, вершинного щитка, анального и ротового полей, Корональная система состоит из

амбулакрных простых или сложных (сросшихся простых)



табличек, про

Рис. 60. Подтип Echinozoa. Класс Echinoidea, подкласс Perischoechnoidea (1, 2) и подкласс Euechinoidea (3)

1 — «новый» правильный морской еж *Cidaris* (триас — ныне): а — вид снизу, б — вид , сверху; 2 — «древний» правильный морской еж *Lepidestes* (девон — карбон), вид сверху; 3 — неправильный морской еж *Conulus* (поздний мел): а — вид снизу, б — вид сбоку. анп — анальное поле, ап — амбулакральное поле, вщ — вершинный щиток, м — madreporит, мап — межамбулакральное поле, рп — ротовое поле

низанных парными порами для выхода амбулакрных ножек, и из межамбулакрных табличек; все эти таблички собраны в меридиональные ряды, образующие пять амбулакрных и пять межамбулакрных полей. В амбулакрных полях может быть от 2 до 20 вертикальных рядов табличек, в межамбулакрных — от 1 до 14 рядов. Почти все таблички несут бугорки, особенно крупные на межамбулакрных табличках; к бугоркам прикрепляются иглы. Последние весьма

разнообразны; их размеры колеблются от микроскопически малых до гигантских, превышающих в пять раз диаметр панциря. Иглы бывают цилиндрические, копьевидные, булавовидные, лопатовидные. Они служат для защиты, осязания, передвижения; видоизмененные иглы захватывают пищу или очищают поверхность панциря.

Амбулакральные и межамбулакральные поля оканчиваются вблизи анального отверстия непарными пластинами, которые входят в систему вершинного щитка. Таблички, примыкающие к амбулакрам, называются глазными; каждая из них прободена одной порой для выхода светочувствительного конца амбулакрального радиального канала. Таблички, примыкающие к межамбулакрам, называются генитальными; они пронизаны отверстиями, в которые открываются протоки половых желез, одна из генитальных табличек — мадрепорит несет поры, через которые амбулакральная система сообщается с внешней средой. Анальное и ротовое поля часто прикрыты концентрически расположенными табличками, черепитчато налегающими друг на друга. В центре ротового поля иногда расположен челюстной аппарат. Он представляет собой сложную систему скелетных элементов (в том числе и долотовидных зубов), соединенных связками и мускулами. Зубы играют роль скребка.

*Систематика.* Часто морских ежей объединяют в две группы, различающиеся строением амбулакральных и межамбулакральных полей. В одну входят формы, у которых амбулакры состоят из 2—20 рядов табличек и межамбулакры из 1—14 рядов табличек; это «древние» морские ежи. В другую — включены формы со строго постоянным числом рядов — по два в амбулакрах и межамбулакрах; это «новые» морские ежи. Столь же обычно деление всех морских ежей по характеру симметрии на правильных (с пятилучевой симметрией) и неправильных (с двусторонней симметрией тела). Естественная систематика морских ежей строится на особенностях морфологии панциря, вершинного щитка и некоторых других характерных признаках, по которым класс Echinoidea подразделяется на два подкласса (Perischoechinoidea, Euechinoidea) и 9 отрядов.

*Образ жизни.* Судя по современным представителям,

морские ежи сейчас и в прошлом — жители морей с нормальной соленостью, теплых и мелководных; однако морские ежи могут жить в морях умеренной полосы и существовать на больших глубинах. Они встречены и в морях вблизи Антарктиды, где температура воды достигает 2°C. Ежи обитают и на илистых, и на скальных грунтах; в последнем случае они сверлят норки. Питаются водорослями, губками, кораллами, мшанками и т. д.

*Геологическая история.* Первые представители «древних» морских палеозойских ежей известны из ордовика; они встречаются также в силуре — перми. В мезозое появляются «новые» правильные морские ежи (с триаса), а несколько позже — неправильные (с юры).

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип ECHINODERMATA (иглокожие): строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть классы: Crinoidea (криноидеи - морские лилии), Echinoidea (морские ежи).
3. Определить 4—5 форм из предложенных коллекций. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12 (2 ч)**

**Тема:** Многоклеточные. Тип **HEMICHORDATA** (гемихордовые).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами типа гемихордовые, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни класса граптолиты, установить по ископаемым остаткам граптолитов различия в строении представителей подклассов, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых гемихордовых.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

## План.

1. Тип **HEMICHORDATA**. Гемихордовые.
2. Класс **Graptolithina**. Граптолиты.

### *1. Тип HEMICHORDATA. Гемихордовые*

Гемихордовые — одиночные, живущие сообществами или образующие колонии морские животные; размеры тела каждой особи колеблются от долей миллиметра до 2,5 м. Большинство гемихордовых строит наружный скелет; все они размножаются как половым, так и бесполом путем, иногда с чередованием поколений; весьма разнообразны по образу жизни (от бентоса до планктона), по способу питания (от хищников до фильтраторов), по глубине расселения (от прибрежной зоны до глубины 4,5 км) и т. д.

Тип гемихордовых объединяет три класса: Enteropneusta, Pterobranchia, Graptolithina. Два первых класса включают живущих ныне кишечнодышащих и крыложаберных, последний — вымерших граптолитов. Эти классы характеризуются общностью начальных стадий личиночного развития и строения мягкого тела (для живущих форм) и общностью строения наружного скелета (для живущих и вымерших форм).

### *2. Класс Graptolithina. Граптолиты*

Граптолиты — вымершие морские колониальные животные, имевшие наружный скелет, построенный, как и у крыложаберных, из белкового органического вещества. О строении мягкого тела граптолитов ничего не известно; следует только отметить, что размеры каждой особи не превышали первых миллиметров. Скелет колонии (*рабдосома*) состоит из отдельных ветвей, иногда соединенных перемычками, и обладает различной формой; колония может быть простой, ветвистой, спиральной, сетчатой и т. д. Ветви образованы отдельными сообщающимися ячейками (*теками*). Ячейки в пределах колонии

могут быть как однородными, так и разнородными. В них помещались отдельные особи — зооиды; причем в разнородных теках помещались, вероятно, особи, выполнявшие разные жизненные функции. Стенка теки состояла из двух слоев: внутреннего — фузеллярного, образованного из элементов полукольцевой формы (фузелл), и внешнего — кортикального, имеющего пластинчатую структуру (рис. 61, 1).

Граптолиты размножались половым и бесполом путем. В первом случае возникала личинка, строившая тонкостенный скелет в виде конуса, снабженного на вершине небольшим выростом — «хвостиком» (*просикула*); стенки просикулы укреплены спиральной и иногда продольными нитями. С появления первичного зооида начинается формирование фузеллярного слоя стенки с образованием метасикулы. Стенка строится из топких веретен полукольцевой формы, соединенных косым швом; этот шов по мере увеличения числа полуколец при росте зооида образует зигзагообразную линию (рис. 61, 2). В целом ячейка первичного зооида называется «начальная ячейка» (*сикула*). В дальнейшем преобразование сикулы идет по двум направлениям.

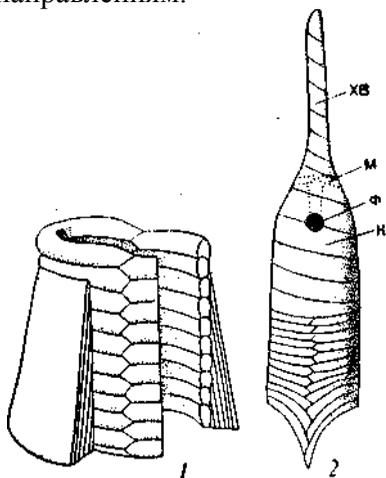


Рис. 61. Строение ячейки у граптолитов

1 — схема строения стенки ячейки — взаимоотношение фузеллярного и кортикального слоев (диаметр теки около 0,5 мм); 2 — начальная ячейка (сикула), к — конус, м — мембрана с отверстием, ф — отверстие (форамен), хв — хвостик (конус с хвостиком образуют просикулу, из полуколец построена метасикула)

Во-первых, путем растворения перфорируется окончание «хвостика» и выступающая наружу мягкая ткань, выделяя скелетообразующее вещество, строит диск или корневидные отростки, служащие для прикрепления сикулы (а затем и всей

колонии). Часто как продолжение «хвостика» формируется полая трубка (нема), играющая очень важную роль в строении колонии. Во-вторых, путем растворения в стенке сикулы образуется отверстие, через которое наружу выходит развивающийся из почки зооид (перфорирующее почкование). Этот зооид строит теку и дает начало колонии. В дальнейшем путем почкования образуются ячейки цилиндрической или конической формы, косо расположенные к продольной оси ветви; их число в колонии может достигать 20—30 тыс. Теки соприкасаются стенками или располагаются на некотором расстоянии друг от друга и соединяются общим каналом, идущим по оси ветви. Стенки тек, как и сикулы, состоят из фузеллярного слоя, но дополнительно укреплены внешним кортикальным слоем из продольных тонких пластинок (см. рис. 61, 1). Теки располагаются вдоль ветви, образуя от одного до четырех рядов. У некоторых форм устья тек и сикулы обращены в одну сторону; в этом случае нема расположена снаружи. Часто устья тек и сикулы обращены в разные стороны; в этом случае нема преобразуется в тонкую прочную ось, расположенную внутри ветви и называемую *виргулой*. Виргула всегда остается полой трубкой с открытым концом она часто выступает далеко за пределы ряда тек и иногда несёт дополнительные образования — *лопасти*. Считают, что вокруг лопастей располагалась мягкая ячеистая ткань — поплавок планктонных граптолитов; но и сама виргула, вероятно, поддерживала плавучесть колонии.

*Систематика.* Отнесение граптолитов к гемихордовым основано, главным образом, на сходстве строения наружного скелета вымерших граптолитов и ныне живущих крыложаберных. Родственные связи граптолитов и крыложаберных были установлены еще в 1905 г. русским зоологом А.А. Щепотьевым и в 1948 г. польским палеонтологом Р. Козловским. В настоящее время граптолиты объединяют два подкласса: *Stereostolonata* и *Graptoloidea*.

*Геологическая история.* Планктонные граптолиты и личинки всех граптолитов легко перемещались течениями на значительные расстояния, что позволяло этим животным быстро расширять ареалы. Быстрая эволюция во времени (наряду с

широким географическим распространением) делает граптолитов ценными руководящими ископаемыми. Бентосные группы и предшествовали планктонным, и пережили последних. Первые стереостолонаты известны из среднего кембрия, последние — из нижнего карбона. Остатки настоящих граптолитов встречаются в отложениях среднего ордовика — нижнего девона.

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть тип NEMICHORDATA (гемихордовые): строение мягкого тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть класс Graptolithina (граптолиты).
3. Определить 4—5 форм из предложенных коллекций. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 13 (2 ч)**

**Тема:** Подтип VERTEBRATA (позвоночные). Надкласс Pisces (рыбы).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами позвоночных, подробно рассмотреть строение мягкого тела и скелета, образ жизни надкласса рыбы, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых позвоночных.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

#### **План.**

1. Подтип VERTEBRATA. Позвоночные
2. Надкласс Pisces. Рыбы.

## ***1. Подтип VERTEBRATA. Позвоночные***

**Тип Хордовые.** Позвоночные наиболее высокорганизованные животные. Хордовые имеют спинную струну — сплошной гибкий стержень — внутренний осевой скелет, который у высших позже замещается позвоночным столбом.

Хордовые имеют очень большое значение для расчленения континентальных отложений.

Наибольший геологический интерес представляет подтип позвоночные.

**Подтип Позвоночные.** Позвоночные — высший подтип хордовых. К этому подтипу относятся бесчелюстные, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Позвоночные известны с раннего ордовика.

**Надкласс Бесчелюстные.** К этому надклассу относятся самые примитивные позвоночные, из ископаемых — щитковые. Они похожи на рыб, но не имеют челюстей и парных плавников. У них рот сосущего типа. Носовое отверстие непарное, голова и передняя часть у них покрыты панцирем, задняя часть покрыта чешуей. Скелет у них хрящевой. Хорда сохраняется в течение всей жизни.

Древние бесчелюстные появились в ордовике, в позднем девоне они вымирают. Особенно типичны для позднего силура и раннего девона. В настоящее время бесчелюстные представлены миногами и миксинами.

## ***2. Надкласс Pisces. Рыбы***

У рыб развиты челюсти, парные плавники. Тело покрыто чешуей. Скелет у них хрящевой или костный. Рыбы — водные позвоночные, дышащие жабрами.

Рыбы известны с силура до настоящего времени. Особенно широкое распространение получили в девоне.

Надкласс рыб подразделяется на три класса: пластинокожие, хрящевые и костные.

Рыбы, относящиеся к классу пластинокожих, или панцирных, как и щитковые, имели в передней части панцирь. В отличие от щитковых пластинокожие имели челюсть. К ним относится род птерихтис (рис. 62).

Панцирные рыбы обитали в континентальных водоемах, реже в морях. Вели придонный образ жизни. Они жили только в девоне.

Рыбы, относящиеся к классу хрящевых, имеют внутренний хрящевой скелет. Тело их покрыто кожей. В ископаемом состоянии сохраняются преимущественно зубы.

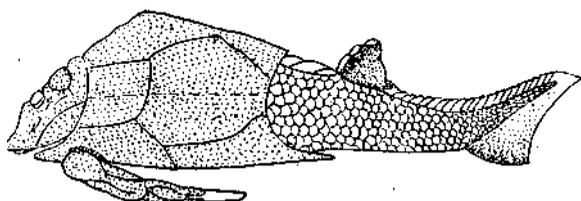


Рис. 62. Птерихтис

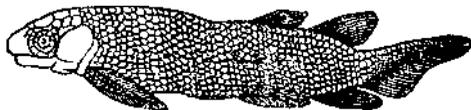


Рис. 63. Диптерус

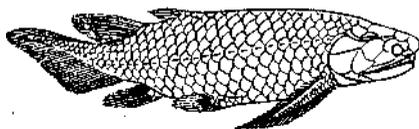


Рис. 64. Голоптихиус

К хрящевым рыбам относятся акулы, скаты и химеры.

Хрящевые рыбы появились в среднем девоне, настоящие акулы — в карбоне, скаты — в юре. Рыбы, относящиеся к классу костных рыб, имеют костный внутренний скелет. Тело покрыто чешуей.

Костные рыбы появились, по-видимому, в позднем силуре, к концу палеозоя заняли господствующее положение. В девоне распадаются на кистеперых, двоякодышащих и лучеперых. Наибольшее геологическое значение имеют двоякодышащие и кистеперые рыбы. К лучеперым относится подавляющее большинство современных морских и пресноводных рыб.

Двоякодышащие рыбы имеют хрящевой скелет, и у них в течение всей жизни сохраняется хорда, есть жабры и легкие. К ним относится диптерус (рис. 63). Двоякодышащие рыбы, очевидно, произошли от кистеперых. Двоякодышащие рыбы живут с девона до нашего времени (в южноафриканских и австралийских пресноводных водоемах).

Тело кистеперых рыб покрыто крупными, толстыми, округлыми чешуями, налегающими друг на друга. Кистеперые рыбы имеют парные плавники, которые служат для опоры о дно и представляют собой мускулистые лопасти, а также внутренние носовые отверстия. Кистеперые рыбы известны с раннего девона до настоящего времени. Были самыми многочисленными из костных рыб в среднем и позднем девоне. Они обитали в пресноводных и морских бассейнах. В основном кистеперые рыбы вымерли в перми. Сохранился до наших дней один род — латимерия. Девонский представитель: голоптихиус (рис. 64).

#### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть подтип VERTEBRATA (позвоночные): строение о тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть надкласс Pisces (рыбы).
3. Определить 4—5 форм из предложенных коллекций. Зарисовать, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

#### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 14 (2 ч)**

**Тема:** Подтип *VERTEBRATA* (позвоночные). Надкласс *Tetrapoda* (четвероногие). Класс *Reptilia* (пресмыкающиеся).

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами позвоночных, рассмотреть образ жизни класса пресмыкающиеся, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых позвоночных.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### **План.**

- 1. Надкласс Tetrapoda. Четвероногие.**
- 2. Класс Reptilia. Пресмыкающиеся.**

#### *1. Надкласс Tetrapoda. Четвероногие*

К этому надклассу относятся классы: земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие. Четвероногие в основном наземные животные. Они появились в позднем девоне. Произошли от древних кистеперых рыб.

**Класс Земноводные.** Земноводные — первые наземные позвоночные, у которых развитие и размножение связано с водной средой. Широкое распространение получили в карбоне и перми. С позднего девона до начала юры жили панцирноголовые земноводные — стегоцефалы, которые обитали в заболоченных лесах. Они внешне напоминали крокодилов, ящериц, реже змей. В конце перми стегоцефалы вымерли. Наибольшее распространение получил подкласс лабиринтодонтов, просуществовавший до конца триаса. В среднем и позднем триасе жил мастодонзавр. В юре появляются бесхвостые амфибии, которые дожили до наших дней.

#### *2. Класс Reptilia. Пресмыкающиеся*

Пресмыкающиеся известны с раннего карбона, к позднему карбону и ранней перми достигают большого разнообразия, расселяются в глубь суши (земноводные заселяли только прибрежную часть водоемов), в мезозое занимают господствующее положение. К концу мезозоя основная масса пресмыкающихся вымирает. Пресмыкающиеся частично сохранились до нашего времени. Это гаттерии, ящерицы, змеи, хамелеоны, крокодилы и черепахи.

Пресмыкающиеся подразделяются на 6 подклассов: котилозавров, завроптеригий, ихтиоптеригий, лепидозавров,

архозавров и зверообразных.

Котилозавры — наиболее примитивные палеозойские пресмыкающиеся. От котилозавров произошли все остальные группы пресмыкающихся. От них отделились в перми черепахи. В конце карбона от котилозавров отделились зверообразные, от которых в дальнейшем произошли млекопитающие.

Котилозавры появились в позднем карбоне, достигли большого разнообразия в перми, в начале триаса вымерли. К ним относится парейзавр. Коротконогие, неуклюжие травоядные парейзавры внешне напоминали лягушек, но имели более крупные размеры, передвигались медленно, переваливаясь с ноги на ногу.

Завроптеригии — морские пресмыкающиеся. К ним относится плезиозавр. Завроптеригии появились в триасе, достигли расцвета в юре и в раннем мелу, в конце мела полностью вымерли.

Ихтиоптеригии — морские пресмыкающиеся. К ним относится ихтиозавр (рис. 65). Ихтиоптеригии появились в триасе, достигли расцвета в юре, вымерли в первую половину мела.

К лепидозаврам, или чешуйчатым ящерам, относятся ныне процветающие ящерицы, змеи, хамелеоны, гаттерии и вымершие морские ящерицы — мозозавры. Гаттерии появились в триасе, дожили до наших дней. Ящерицы известны с конца юрского периода. В начале мела возникли мозозавры, которые вымерли в конце мелового периода. В конце мела от ящериц отделились змеи.

Архозавры — пресмыкающиеся, получившие наибольшее развитие в мезозое. Появились они в начале триаса. Наиболее древними архозаврами являются текодонты, от которых произошли наземные динозавры, воздушные крылатые ящеры птерозавры (и водные крокодилы). Динозавры и крылатые ящеры вымерли в конце мезозоя.

Динозавры делятся на два отряда: ящеротазовые и птицетазовые.

Ящеротазовые — в большинстве двуногие хищные формы (звероногие динозавры). Передние конечности были сильно

уменьшены. Ящероногие динозавры передвигались на обеих парах конечностей, достигавших почти равной длины. Они были самыми крупными из всех известных животных, когда-либо населявших Землю с длиной тела до 30 и весом до 30 т. Ящеротазовые и звероногие появляются в триасе, достигают расцвета в юре и раннем мелу, в конце мела вымирают.

Птицетазовые динозавры — исключительно растительноядные пресмыкающиеся. Появляются они в юрский период, в меловом периоде делятся на четыре основные группы: птиценогих динозавров, стегозавров, панцирных динозавров и рогатых динозавров.

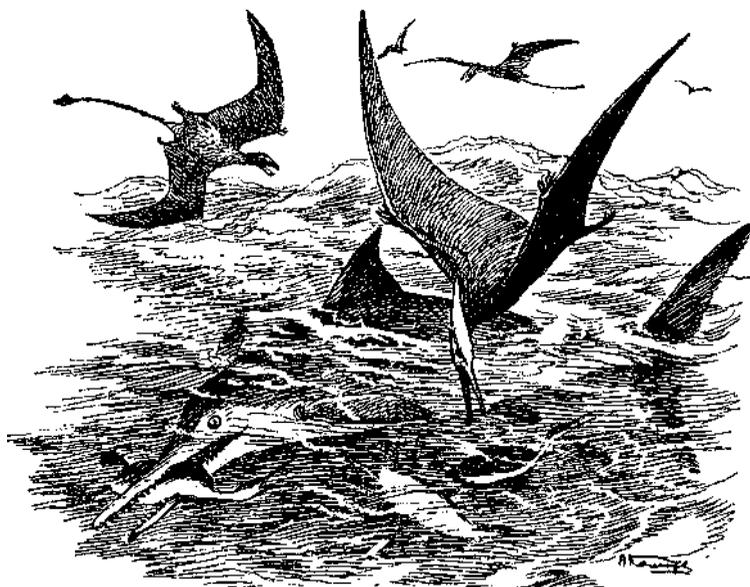


Рис. 65. Ихтиозавр охотится за гесперорнисами, в воздухе — рамфоринхусы

Все они полностью вымерли в конце мелового периода. К птиценогим динозаврам относятся игуанодон, известный из раннего мела, и утконосый динозавр, распространенный в позднем мелу.

Стегозавры имели большое туловище, маленькую голову и

крупный хвост (рис. 66). Появились они в юрском периоде и вымерли в раннем мелу.

Панцирные динозавры — низконогие животные, тело ко-

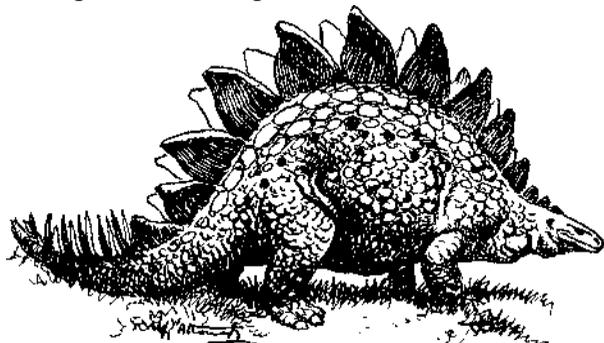


Рис. 66. Стегозавр

торых покрыто на спине массивным сплошным панцирем. Они получили распространение в раннем и позднем мелу.

Рогатые динозавры, или цератопсы, — большие, грузные рептилии. Внешне они напоминали носорогов. К ним относится трицератопс (рис. 67). Известны из позднего мела.

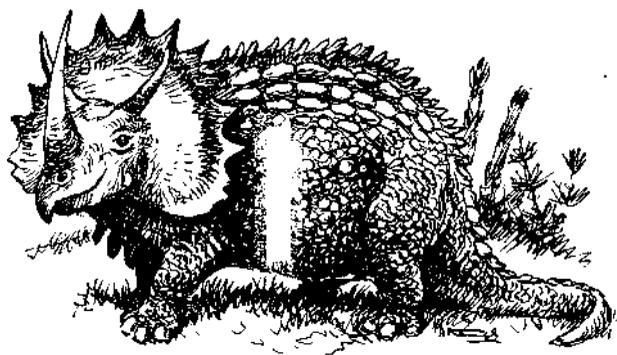


Рис. 67. Трицератопс

Крылатые ящеры, или птерозавры, — архозавры, завоевавшие воздушную среду. Они известны из отложений юры и мела. В юре жили рамфоринхи, в мелу — птеродактили, птеронодоны. Рамфоринхус имел короткое тело (длиной около

45 см), узкие длинные крылья. Длинный хвост заканчивался балансиром — расширенной кожистой лопастью. Птеродактиль размером был не более воробья, имел сильно укороченный хвост, обладал острыми зубами.

Крокодилы — реликты мезозойских архозавров — появляются в позднем триасе, из юры и позднего мела известны морские крокодилы. Современные крокодилы живут в опресненных водоемах.

Звероподобные — вымершие четвероногие рептилии, возникшие в конце каменноугольного периода, получившие широкое распространение в пермском периоде и вымершие в конце триаса, дав начало млекопитающим. Они в основном были хищными. Они делятся на два отряда: пеликозавров и терапсидных.

Пеликозавры — наиболее примитивные формы, имеющие много общего с котилозаврами. Они известны с позднего карбона до поздней перми. К ним относится диметродон, живший в раннюю пермь.

Терапсидные — хищные пресмыкающиеся. Они распространились с конца ранней перми до раннего триаса. К ним относится иностранцевия, жившая в ранней перми.

Иностранцевии — первые крупные хищные пресмыкающиеся — были подвижными и гибкими. Они своими саблевидными клыками прокалывали толстую кожу парейазавров, на которых охотились и которыми питались.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть надкласс Tetrapoda (четвероногие): строение тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Рассмотреть класс Reptilia (пресмыкающиеся).
3. Зарисовать 4-5 форм, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 15 (2 ч)

**Тема:** Класс *Aves* (птиц). Класс *Mammalia* (млекопитающие)

**Цель:** познакомиться с ископаемыми формами позвоночных, рассмотреть образ жизни классов птиц и млекопитающих, выявить характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

**Демонстрационная графика и раздаточный материал:**

1. Образцы ископаемых позвоночных.
2. Таблицы с изображением ископаемых, лупы.

### План.

**1. Класс *Aves*. Птицы.**

**2. Класс *Mammalia*. Млекопитающие.**

#### *1. Класс *Aves*. Птицы.*

Птицы — позвоночные, приспособившиеся к жизни в воздухе.

Птицы делятся на три подкласса: ящерохвостые, или древние, зубастые и новые.

Ящерохвостые жили в юрский период (археоптерикс, рис. 68). Археоптерикс был величиной с голубя, но имел острые, хищные зубы. Тело его было покрыто перьями, клюв отсутствовал, крылья он имел короткие с тремя подвижными пальцами, заканчивающимися когтями, хвост очень длинный.

Для мелового периода характерны зубастые птицы (ихтиорнис, гесперорнис). В конце мела появились беззубые птицы, которые широко представлены сейчас.

#### *2. Класс *Mammalia*. Млекопитающие*

Млекопитающие — высший класс позвоночных. Появились

они в конце триаса, в кайнозое заняли господствующее



Рис. 68. Археоптерикс

положение. Млекопитающие имеют значение для определения возраста континентальных кайнозойских отложений.

Класс млекопитающих делится на три подкласса: первозвери, низшие звери и высшие звери, или плацентарные.

К первозверям относятся однопроходные (утконос, ехидна). К низшим зверям относятся сумчатые (кенгуру). Первые сумчатые известны с позднего мела. Плацентарные — высшие млекопитающие, рождающие вполне развитых детенышей.

Через плаценту, или детское место, кровь зародыша получает из материнской крови питательные вещества и кислород, а отдает углекислоту и другие продукты обмена. К классу высших зверей относится подавляющее большинство современных млекопитающих.

Первозвери известны из пермских отложений, низшие звери — из верхнемеловых отложений, в начале кайнозоя они получили широкое распространение, к середине кайнозоя их стали вытеснять плацентарные. Сейчас сумчатые сохранились в Австралии, Южной и Центральной Америке. Высшие звери

получили развитие со второй половины кайнозоя.

Отряд насекомоядных — наиболее примитивный древнейший отряд плацентарных млекопитающих. Он возник в позднем мелу. От них произошли все остальные отряды плацентарных. В настоящее время они представлены ежами, кротами, землеройками.

Отряд хоботных известен с середины палеогена. Раньше представители их не имели хобота. К ним относятся мастодонты, слоны, мамонты (рис. 69). В неогене господствуют мастодонты. В конце неогена появляются дожившие до наших дней слоны, которые произошли от мастодонтов. Мамонт жил в ледниковое время.

К отряду приматов относятся полуобезьяны (лемуры), долгопяты, обезьяны и человек.

Приматы известны с раннего палеогена. В раннем палеогене обособились две группы: лемуриподобные и долгопятовые, обезьяны появились в среднем палеогене.

Отряд грызунов известен с палеогена.

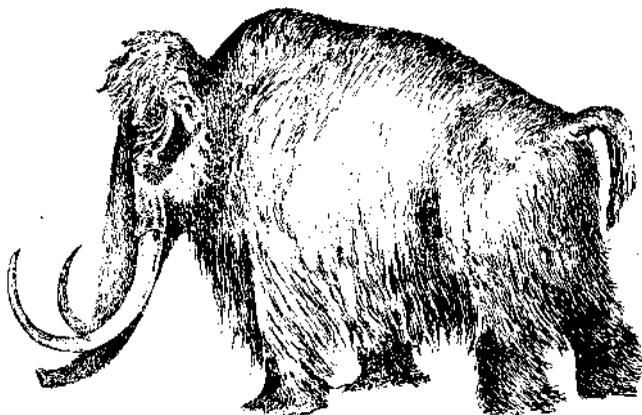


Рис. 69. Мамонт

Первые древние хищники, или креодонты, появились в раннем палеогене и существовали до раннего неогена. Представитель: махайрод. В конце среднего палеогена от них возникли современные хищники.

Древние копытные, или кондилартра, развиваются от меловых насекомоядных. Они, вероятно, дали начало двум ветвям копытных: непарнокопытным (непарнопалым) и парнокопытным (парнопальш). Первые непарнокопытные в начале палеогена дали начало двум основным ветвям: лошадиным и носорогообразным.

Лошадиные появились в среднем палеогене и дожили до нашего времени. В конце неогена исчезают последние древние лошади (гиппарионы) и появляется настоящая однопалая лошадь.

Носорогообразные известны со среднего палеогена. Представитель: безрогий гигантский носорог индрикотерий, живший в конце палеогена — начале неогена. Настоящие носороги распространены со среднего палеогена до нашего времени, особенно в позднем палеогене — раннем неогене. В антропогене жил шерстистый носорог.

Парнокопытные появились в среднем палеогене и разделились на три ветви: свинообразных, мозолоногих (верблюды) и жвачных (олени, жирафы, антилопы, быки, овцы).

Настоящие свиньи появились в позднем палеогене, мозолоногие и жвачные известны со среднего палеогена.

### **Задание для самостоятельной работы**

1. Рассмотреть классы Aves (птиц) и Mammalia (млекопитающих): строение тела, скелета, размножение, образ жизни.
2. Зарисовать 4—5 форм, указать возраст, характерные признаки, эволюционное и геологическое значение.

## Рекомендуемая литература

1. Алешукин Л. В., Савельева Л. Е., Чупахина Р. П. Лабораторный практикум по геологии. — М.: Изд. МПГУ, 1992. - Ч. 1.
2. Аллисон А., Палмер Д., Геология. - М.: Мир, 1984
3. Барская В.Ф., Рычагов Г.И. Практические работы по общей геологии.- М.: Просвещение, 1970. – 158 с.
4. Бондарев В.П. Руководство к курсу геологии и полевая геологическая практика. – М.: Просвещение, 1979. – 76с.
5. Бондарев В.П., Сербаринов А.Е. Практикум по геологии с основами палеонтологии. – М.: Просвещение, 1980, - 143 с.
6. Владимирская В. Е., Кагаманов А. Х., Спасский Н.Я. и др. Историческая геология с элементами палеонтологии. - Л.: Недра, 1985
7. Войткевич Г. В. Возникновение и развитие жизни на Земле. — М.: Наука, 1988.
8. Давиташвили В.А. Курс палеонтологии. – М., Л., 1949. – 835 с.
9. Добровольский В. В., Якушева А. Ф. Геология. — М.: Просвещение, 1979..
10. Добровольский В.В. Геология. - М.: Гуманит. изд. центр Владос, 2001. -320 с.
11. Карлович И.А. Геология: Учебное пособие для вузов. -М.: Академический проект, 2004. – 704 с.
12. Кеннет Дж. П. Морская геология. - М., 1975.
13. Короновский Н.В., Якушева А.Ф. Основы геологии. - М: Высш. шк., 1991.
14. Монин А. С. Ранняя геологическая история Земли. — М.: Недра, 1989.
15. Немков Г.И., Левицкий Е.С., Вахрамеев В.А. и др. Краткий курс палеотологии. – М.: Недра, 1978. – 247 с.
16. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии: Учебное пособие/ В.Н. Павлинова, А.Е. Михайлов и др. М.: Недра, 1988. – 149с.
17. Потапенко Ю.Я. Геологические маршруты в

- Приэльбрусье. – Карачаевск: КЧГПУ, 2002.
18. Потапенко Ю.Я. Геология Карачаево-Черкесии. – Карачаевск: КЧГУ, 2004.
  19. Региональная стратиграфическая схема девонских отложений Северного Кавказа. /Сост. Л.Д.Чегодаев, И.И. Греков, В.Л. Омельченко. – Ессентуки, 2000. - 86 с.
  20. Сербаринов А. К, Чупахина Р. П. Методические рекомендации к полевой практике по геологии: Для студентов географических факультетов. — М.: Изд. МГПИ, 1980.
  21. Хаин В. Е., Короновский Н. В., Ясаманов Н. А. Историческая геология. - М.: Изд. МГУ, 1997.
  22. Хаин В. Е., Сеславинский К. Б. Историческая геотектоника. Палеозой. - М.: Недра, 1991.
  23. Якушева А.Ф., Хаин В.Е., Славин В.И. Общая геология. - М.: Изд-во Моск ун-та 1988.
  24. Index fossils of North America. /R. W. Shimer, R. R. Shrock. – London, 1944. – 837 p.

**Лабораторные занятия по геологии  
(основы палеонтологии)**

**Учебно-методическое пособие**

План университета 2004 г., поз. 17

Редактор	<i>Н.В. Ефрюкова</i>
Корректор	<i>А.Г. Черевань</i>
Компьютерный набор и вёрстка	<i>П.А. Кипкеева</i>

Подписано в печать 18. 10. 04.

Формат 60x84/16

Бумага газетная

Объем 9,4 физ. печ. л., 8,9 усл. печ. л., 8,0 уч.- изд. л.

Тираж 100 экз.

Издательство Карачаево-Черкесского государственного  
университета: 369202, Карачаевск, ул. Ленина, 29  
Лицензия 040310 от 2.10.1997

Отпечатано в типографии  
Карачаево-Черкесского госуниверситета:  
369202, Карачаевск, ул. Ленина, 46