МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ В ТАБЛИЦАХ

пособие для учащихся Школы юного геолога

*Рекомендовано в качестве учебного пособия
Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета*

2-е издание

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 561(075.8)
ББК 28.1я73
Р95

Рычкова И.В.

Р95 Палеонтология в таблицах: учебное пособие для учащихся Школы юного геолога / И.В. Рычкова, Э.Д. Рябчикова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 134 с.

В пособии изложены основные сведения о типах сохранности органических остатков, их морфологии, среде обитания, образе жизни и породообразующей роли. Фотографии ископаемых организмов взяты преимущественно с экспозиционной части коллекции палеонтологического музея ТПУ (ПМ ТПУ), а современных организмов – из интернета. Пособие написано с учетом тех требований и особенностей, которые существуют в соревнованиях по палеонтологии на Всероссийских олимпиадах юных геологов. Табличная форма изложения материала в данном пособии является краткой, но вместе с тем очень насыщенной и наглядной, что должно способствовать лучшему усвоению материала по палеонтологии.

Предназначено для учащихся Школы юного геолога Томского политехнического университета, но может быть полезно и студентам, изучающим палеонтологию.

УДК 561(075.8)
ББК 28.1я73

Рецензенты

Доцент кафедры палеонтологии и исторической геологии ТГУ

А.В. Шпанский

Зам. директора ОГБУ «Областной комитет охраны окружающей среды и природопользования»

А.И. Бондаренко

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2015
© Рычкова И.В., Рябчикова Э.Д., 2015
© Оформление. Издательство Томского политехнического университета, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Палеонтология – это наука, изучающая ископаемые организмы (фоссилии) прошлых геологических эпох. Произошло название от греческих слов: *palaios* – древний; *on, ontos* – существо; *logos* – учение. Автор термина – французский зоолог А.М.Д. де Бленвиль, 1822 г. Это наука биологического цикла тесно связана с геологией, на развитие которой она оказала большое влияние.

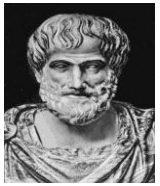
Цель палеонтологии – изучение органического мира Земли во времени и в пространстве.

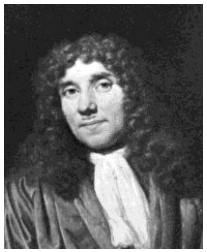
Задачи палеонтологии: изучение биологического разнообразия; установление относительного возраста горных пород по органическим остаткам, заключенных в них; реконструкция органического мира прошлых геологических эпох.

Палеонтологический метод применяется для определения относительного («древнее – моложе») возраста земных слоев и является основным методом биостратиграфии. Знание образа жизни животных и условий произрастания растений позволяет восстановить распространение морских и континентальных отложений, т. е. выяснить палеогеографическую обстановку. Захороняясь в земных слоях, вымершие организмы иногда образуют массовые скопления, формируя осадочные горные породы и некоторые типы полезных ископаемых. Поэтому палеонтология остается очень важной и необходимой наукой в работе геологов, помогает при поисках и разведке полезных ископаемых.

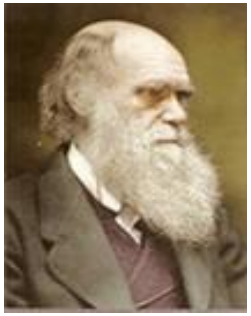
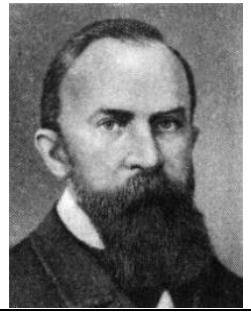
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

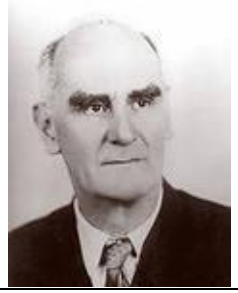
Ископаемые организмы были известны человеку с палеолита, и до сих пор наука палеонтология не стоит на месте, развивается, появляются новые методы исследования, новые направления в науке. Ископаемые организмы в древности упоминались в мифах, сказках и преданиях. Так, белемниты называли «чертовы пальцы», а фораминиферы-нуммулитиды описывали как окаменевшие монеты.

Ученый	Годы жизни	Деятельность и достижения
Ксенофан (Древняя Греция)	VI–V вв. до н. э.	Первые сведения об ископаемых. Впервые описал ископаемые листья, похожие на лавр
Аристотель (Древняя Греция) 	384–322 до н. э.	Первая классификация органического мира. Окаменелости он изучал в осадочных породах Греции. Он принимал их за остатки морских животных, сохранившихся на месте древнего морского бассейна

Ученый	Годы жизни	Деятельность и достижения
Антони ван Левенгук (Голландия) 	1632–1723	Изобрел первый микроскоп. Является основоположником научной микроскопии. С помощью микроскопа изучал различные формы живой материи
Карл Линней (Швеция) 	1707–1773	Основатель бинарной номенклатуры. Высказал убеждение, что классификация растений должна основываться на органах спороношения – фруктификациях. Является автором 36-томной «Естественной истории»
Жорж Луи Бюффон (Франция) 	1707–1788	Естествоиспытатель, директор Ботанического сада в Париже. Объяснял, что разнообразие окаменелостей животного и растительного мира связано с неодновременным их существованием, отсутствие резкой границы между ними
Михаил Васильевич Ломоносов (Россия) 	1711–1765	Основоположник естествознания в России. Является автором работы «О слоях земных». Считал ископаемых прежними обитателями морских бассейнов. Причину их гибели видел в частой смене условий от морских к континентальной. Наступление и отступление моря он видел в колебаниях «земной тверди»

Додарвиновский этап		
Вильям Смит (Англия) 	1769–1839	Основоположник биостратиграфии («Слои, содержащие одинаковую фауну или флору, можно считать геологически одновозрастными»)
Жан Батист Ламарк (Франция) 	1744–1829	Создал первую эволюционную теорию развития органического мира (идейный предшественник Ч. Дарвина). Разделил беспозвоночных и позвоночных животных. Ввел термин «биология». Написал свои знаменитые труды «Философия зоологии» в 11 томах и «Естественная история животных и растений» в 7 томах
Жорж Кювье (Франция) 	1769–1832	Основоположник палеозоологии позвоночных. Считал, что основой классификации организмов должно быть морфологическое сходство. Он, как и Ламарк, считал виды неизменными. Ввел в биологию понятие «план строения», что объясняет разнообразие организмов, в связи с этим предложил таксономическую единицу «тип»
Адольф Броньяр (Франция) 	1801–1876	Основоположник палеоботаники. Придумал первую классификацию растений. Броньяр, как Ламарк и Кювье, использовал ископаемые для определения относительного возраста вмещающих отложений

Дарвиновский этап (середина-конец XIX в.)		
Чарльз Дарвин (Англия) 	1809–1882	Основоположник эволюционной теории развития органического мира Земли. Триада условий развития: изменчивость – наследственность – естественный отбор. Для разработки эволюционного учения привлекал палеонтологический материал. Знаменитый труд «Происхождение видов»
Владимир Онуфриевич Ковалевский (Россия) 	1842–1883	Создал новую классификацию копытных, доказывающую их происхождение от общего предка. Установил принцип радиации. В.О. Ковалевского считают одним из основателей эволюционной палеонтологии
Луи Долло (Бельгия) 	1857–1931	Автор закона о необратимости эволюции, т. е. невозможности возврата потомков к состоянию, характерному для предков. Одна из главных работ – «Законы эволюции». В ней автор развивал эволюционную палеонтологию, тем самым подкрепляя учение Дарвина

Последарвиновский этап (XX в.)		
Лев Семенович Берг (Россия) 	1876–1950	Утверждал, что эволюция происходит на основе закономерностей (номогенез). Некоторые из положений номогенеза: • эволюция идет через изменение почти всего состава особей; • онтогенез и филогенез идут по законам: одни признаки повторяют прежние стадии, другие предваряют будущие
Алексей Алексеевич Борисяк (Россия) 	1872–1944	Занимался палеоген-четвертичными млекопитающими. А.А. Борисяк отстаивал взгляд на палеонтологию как на самостоятельную биологическую науку, а не только как на «служанку геологии». Основатель Палеонтологического института АН СССР и его первый руководитель (1930–1944). Создатель многих учебников по палеонтологии и исторической геологии
Юрий Александрович Орлов (Россия) 	1893–1966	Организатор Палеонтологического музея в Москве, чье имя сейчас носит этот музей. Организатор издания 15 томов «Основ палеонтологии» (1958–1964). Научные интересы связаны с палеотериологией позднего кайнозоя

РАЗДЕЛЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ

Раздел палеонтологии	Объект изучения
Палеозоология: • беспозвоночных • позвоночных	Ископаемые животные. Типы: простейшие, губки, археоциаты, книдарии, черви, мшанки, брахиоподы, иглокожие, членистоногие, моллюски, граптолиты (впервые выделены Ж.Б. Ламарком). Тип хордовые (впервые выделен Ж. Кювье)
Докембрийская биота	Вендская фауна (эдиакарская, беломорская и др.)
Палеоботаника	Ископаемые растения (основоположник – А. Броньяр)
Проблематика	Преимущественно докембрийские окаменелости, систематический состав которых не определен
Микропалеонтология	Остатки микроскопически малых организмов (фораминиферы, радиолярии, остракоды), зубы мелких млекопитающих, конодонтов; низшие растения: диатомовые водоросли, кокколитофориды; высшие растения: споры, пыльца и др.)
Палеоэкология и экогенез	Взаимоотношение древних организмов со средой обитания
Эволюционная палеонтология	Процесс изменения органического мира во времени
Палеоневрология	Эволюционные преобразования различных отделов мозга
Биоминерализация	Закон скелетообразования (состав, структура, текстура)
Палеофлористика	Совокупность растений в определенном климатическом поясе
Палеофаунистика	Совокупность животных в определенном климатическом поясе
Палеобиогеография	Закономерности пространственно-временного распространения ископаемых животных и растений
Геобиология	Эволюция биосфер геологического прошлого планеты
Бактериальная палеонтология	Ископаемые бактерии, цианобионты и подобные им микрофоссилии
Палеобиогеохимия	Обобщает результаты биоминерализации, фоссилизации и литогенеза
Тафономия	Закономерности захоронения и сохранности организмов

Актупалеонтология	Часть тафономии, изучающей посмертные изменения современных организмов на поверхности субстрата до их погребения
Палеоихнология	Следы и продукты жизнедеятельности, норки, оставленные древними животными
Биостратиграфия	Стратиграфическое расчленение и стратиграфическая корреляция проводится по ископаемым остаткам
Событийная стратиграфия	Увязывает морские и континентальные стратиграфические шкалы на базе глобальных эвстатических колебаний уровня моря
Экостратиграфия	Реконструкция экологической модели палеобассейна или наземного ареала
Климатостратиграфия	Проводит расчленение и корреляцию неоген-четвертичных отложений по изменению климата (похолодание-потепление), используя для этого морские планктонные фораминиферы, кокколитофориды, диатомовые водоросли, а для континентальных условий – спорово-пыльцевые комплексы и насекомых
Секвенсная стратиграфия	Расчленение и корреляция разнофациальных отложений на основе стратиграфических подразделений, ограниченных перерывами

ПРОБОПОДГОТОВКА К ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ

Способ обработки палеонтологического материала			Препараты	Пример
Препарирование (извлечение из породы)	Механическое		Вода, иглы, щетки	Брахиоподы, трилобиты и др.
	Химическое		Кислота, щелочь, соли	
		Мацерация	Смесь соли, кислоты, щелочи; консервант: канадский бальзам, глицерин	Обугленные остатки растений
Изготовление шлифа (тонкий срез)			Канадская или пихтовая смола	Археоциаты, ругозы, табуляты, фораминиферы, конодонты и др.
Изготовление аншлифа (пришлифована одна поверхность)				
Протравка (получение рельефа с поверхности образца)			Кислота соляная	
Реплика (снятие с поверхности образца оттиска)			Кислота, прозрачная фотопленка или постепенно застывающий лак	

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ

Палеонтология изучает эволюцию органического мира Земли в широком временном интервале, охватывающем 4 млрд лет. Основные закономерности связаны с изучением современного органического мира и основным является принцип актуализма: «Настоящее есть ключ к прошлому».

Термин	Определение	Пример
Эволюция	Процесс исторического развития органического мира	
Изменчивость	Способность существовать в разных сочетаниях	
Наследственность	Способность передачи информации от предков к потомкам	
Естественный отбор	Приспособление одних организмов и гибель других при смене внешних условий	
Онтогенез	Процесс развития одиночного организма от эмбриона до старости: • строение предыдущей стадии отличается от последующей; • идет усложнение строения организма, реже – упрощение; • частично сохраняются особенности строения предков; • последовательность предковых состояний в процессе эмбриогенеза соответствует исторической последовательности развития группы (онтогенез повторяет филогенез), но только в обратном порядке, т. е. чем признак древнее, тем он раньше проявляется: зародыш представляет «смутный портрет предка» (Ч. Дарвин)	В онтогенезе археоциат появляется вторая стенка; у кораллов происходит заложение септ; у аммоноидей происходит усложнение лопастной линии и появление скульптуры
Астогенез	Процесс развития колониального организма при бесполом размножении от младенчества к старости	
Филогенез	Процесс исторического развития группы организмов от предков к потомкам	
Параллелизм	Процесс развития сходных признаков у родственных групп, имеющих общего предка	
Адаптивная радиация	Процесс расхождения группы по нескольким признакам у потомков, имеющих общего предка	В результате приспособления к различным условиям обитания от одного примитивного предка сформировались разнообразные млекопитающие (полорогие, олени)

Дивергенция	Процесс расхождения двух признаков у потомков, имеющих общего предка	
Конвергенция	Процесс образования общих признаков у неродственных форм	Внешне похожие хиппуритесы и вентрикулитесы, но принадлежащие разным типам животные; крылатые насекомые и птицы и др.
Биологический прогресс	Характеризуется признаками: • увеличение численности особей одного таксономического ранга; • расширение ареала распространения; • увеличение числа новых систематических групп	
Биологический регресс	Характеризуется признаками: • уменьшение численности особей; • сокращение ареала распространения; • уменьшение числа систематических групп	
Ароморфоз	Усложнение морфологии и функций организмов	От прокариот возникли эукариоты, от одноклеточных возникли многоклеточные, от кольчатых червей появились типы моллюсков и членистоногих
Идиоадаптация	Дифференциация морфологии и функций, что помогает потомкам лучше приспособиться к изменениям среды обитания	Рядозубые моллюски преимущественно имеют ползающий образ жизни, а толстозубые – прикрепленный или свободнолежащий
Дегенерация	Упрощение морфологии и функций. Ведет не только к вымиранию организмов, но и к биологическому прогрессу	Вирусы являются внутриклеточными паразитами. Сирингопориды, жили в симбиозе со строматопоратами

СРЕДА ОБИТАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Жизненные формы, образующие биосферу Земли, встречаются во всех трех пространствах: в литосфере до 3 км в глубину, в гидросфере до 11 034 км, в атмосфере до 25 км в высоту.

Пищевые, или трофические, связи являются главными в жизни любого организма. Трофическая пирамида:

Название	Чем питаются		Примеры
Продуценты «автотрофы»	Производят первичную продукцию из неорганических с помощью фотосинтеза		Цианобионты, бактерии, растения
Консументы «гетеротрофы»	Потребители органического вещества	1 порядка	Гусеницы, поедающие растения
		2 порядка	Насекомые, питающиеся гусеницами
		3 порядка	Насекомоядные млекопитающие
		4 порядок	Всеядные консументы (человек)
Редуценты, или деструкторы	Организмы, питающиеся мертвым органическим веществом		Бактерии, грибы, некоторые животные и растения

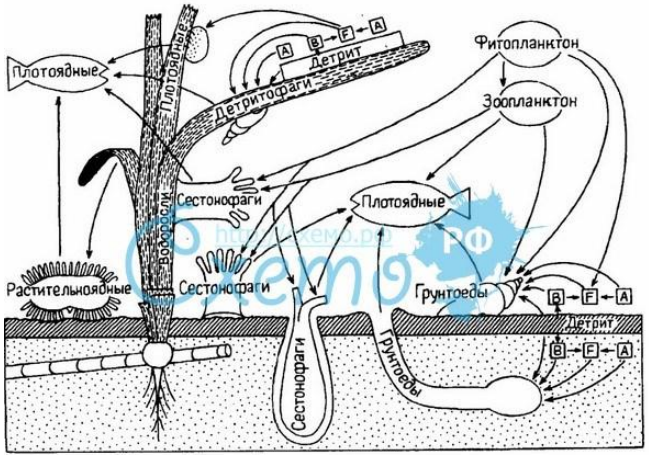


Рис. 1. Схема трофических связей в зоне морских водорослей (Brasier, 1975) A – микроскопические водоросли; B – бактерии; F– фораминиферы и др.

Более мелкие категории трофических групп:

Название	Чем питаются	Примеры
Детритофаги	Пищевые ресурсы находятся в грунте: остатки отмерших растений, животных, грибов	Грунтоеды
Сестонофаги (пассивные хищники)	Пищевые ресурсы находятся в воде: детрит животных и растений	Фильтраторы

ВОДНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ

Водная среда составляет 71 % поверхности Земли. Ниже приведены биономические зоны моря и биономические группы организмов.

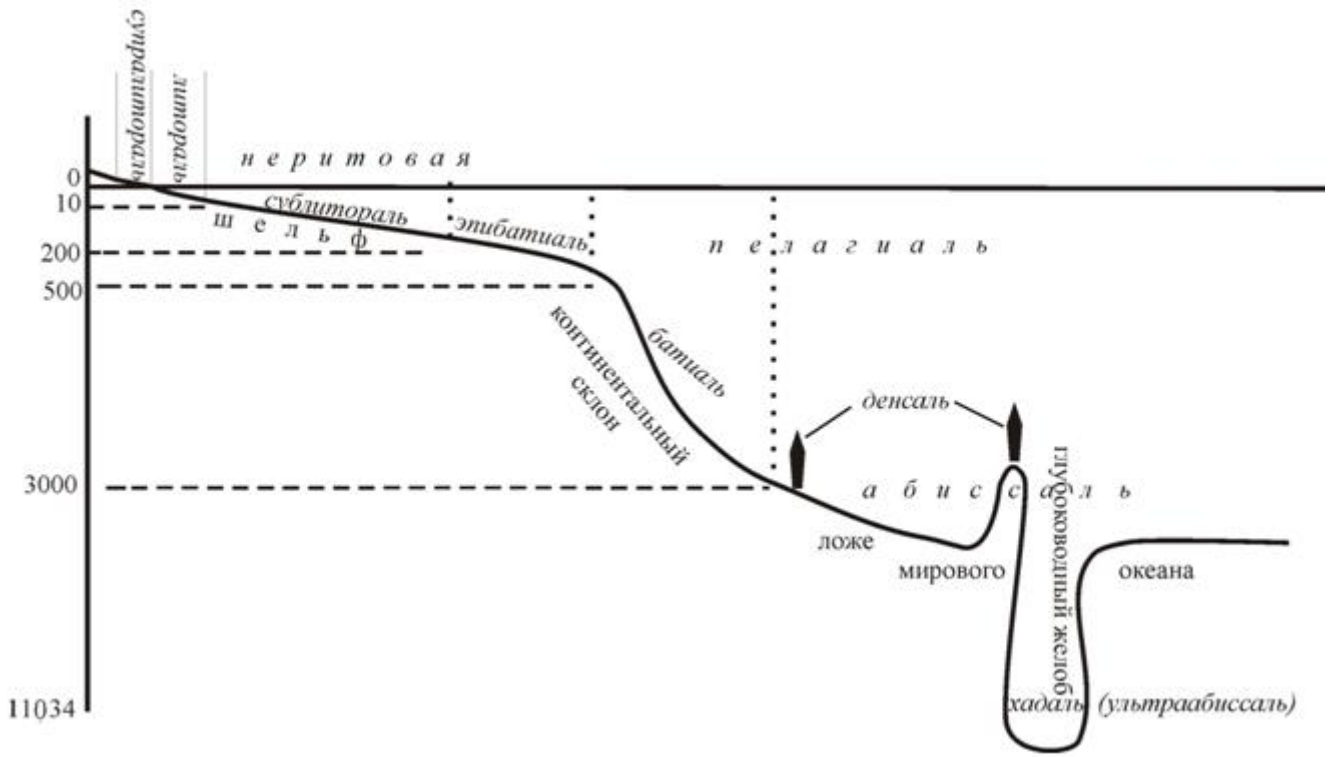


Рис. 2. Биономические зоны моря

Шельф – самая пологая часть морского дна (0–200, реже до 500 м).

Континентальный склон – элемент дна Мирового океана, следующий за шельфом, имеющий уклон.

Ложе Мирового океана – самая нижняя часть морского дна, осложненная глубоководными желобами (до 11 034 м в Марианской впадине).

К биономическим зонам моря относятся:

Неритовая зона моря – зона моря, распространенная над шельфом, делится на супралитораль, литораль, сублитораль, эпибатиаль.

Супралитораль – зона брызг и штормовых волн.

Литораль – зона волноприбойных движений.

Сублитораль – зона моря, располагающаяся над шельфом, следующая за литоралью, постоянно покрытая водой.

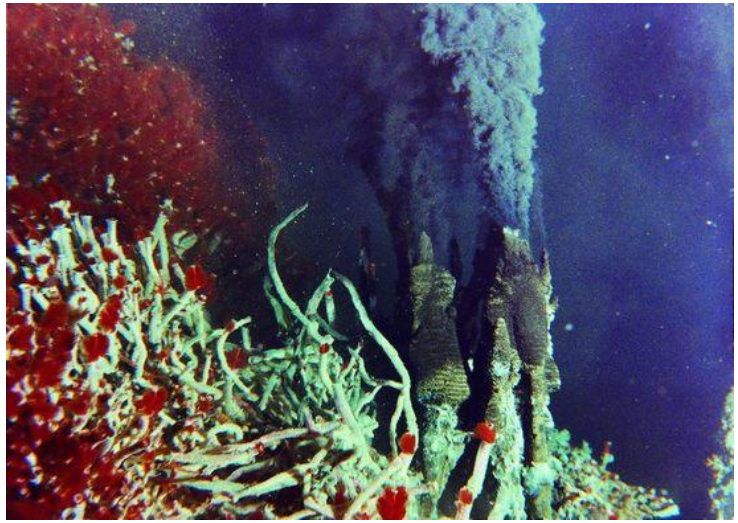
Эпибатиаль – зона моря, примыкающая к шельфу, если пологий материковый склон продолжается глубже 200 м. Эпибатиаль следует за сублиторалью. Нижняя граница сублиторали проводится по исчезновению водорослей. Выделяется не во всех морях.

Батиаль – зона моря, распространенная над континентальным склоном.

Абиссаль – зона моря, распространенная над ложем Мирового океана.

Денсаль – зона интенсивной жизни, имеющая пятнистое распределение, среди батиали и абиссали. Денсаль расположена вокруг гидротермальных источников «черных курильщиков» и «белых курильщиков». В подобных «оазисах жизни» обитают многие организмы: бактерии, погонофоры (рифтии), губки, черви, ракообразные и др.

Пелагиаль – зона открытого моря, в которой поселяются пелагические организмы (нектон, планктон).



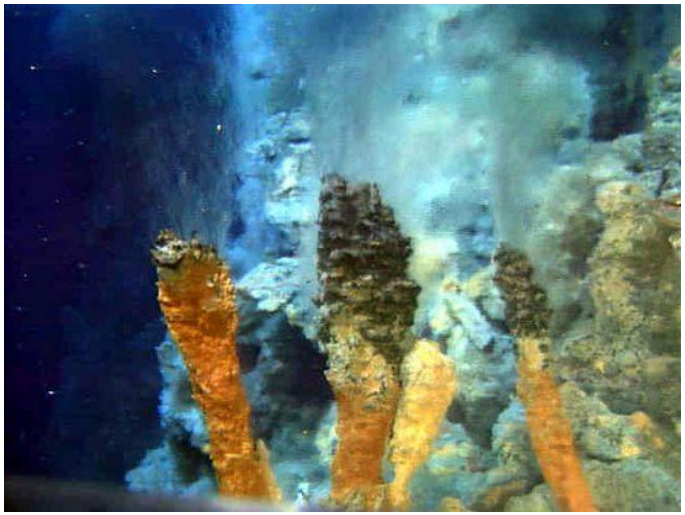


Рис. 3. «Черные и белые» курильщики денсали (*http://greenword.ru*)

БИОНОМИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ОРГАНИЗМОВ

Все разнообразие фауны Мирового океана делится на две группы:

а) по образу жизни; б) по условиям обитания.

По образу жизни морских организмов выделяют: планктон, нектон и бентос.

Планктон – это организмы, свободно парящие в толще воды и не прилагающие для этого дополнительных усилий.

Нектон – это группа активно плавающих организмов, но не способные к парению без дополнительных усилий. Появились позже планктона.

Бентос – обитатели дна морей и океанов.

Рассмотрим, как они распределены в толще воды.

Бентосные организмы в основном приурочены к шельфу материков, отмелям, обитают на глубине до 200 м. Батиаль бедна бентосом. Последние исследования дна океанов показали, что большое количество современного бентоса приурочено к глубоководным частям океана (желобам – до 6000 м) и к ультраабиссали. Это губки, двустворки, черви, брюхоногие моллюски.

В пелагиали обитают планктонные и нектонные организмы (рыбы, киты).

Группы организмов			Пример
Пелагические формы (живущие в толще воды)	Планктон	Фитопланктон (встречается не глубже 200 м)	Одноклеточные водоросли: диатомовые, кремневые жгутиковые, кокколитофориды, динофитовые
		Зоопланктон (встречается везде)	Радиолярии, фораминиферы-глобигериниды, медузы, крылоногие гастроподы, граптолиты, некоторые морские лилии и многощетинковые черви, многие низшие ракообразные
		Бактериальный планктон (кроме цианобионтов встречается везде)	Бактерии, цианобионты
	Псевдопланктон (прикрепляются к другим животным)		

	Некропланктон (мертвый планктон)		Любой мертвый организм
	Нектон		Рыбы, киты, из беспозвоночных только головоногие моллюски (кальмары, наутилусы, аммоноидеи, белемниты)
	Плейстон (обитающие в верхней пленке пелагиали, на границе с воздушной средой)		Граптолиты, «португальский кораблик»
Бентосные (живущие на дне)	Эпифауна (живущая на поверхности дна)	Подвижный бентос	Черви, двустворки, улитки-гастроподы, морские ежи, морские звезды, некоторые восьмилучевые кораллы, ракообразные, трилобиты
		Прикрепленный бентос	Водоросли, губки, археоциаты, кораллы, мшанки, брахиоподы, некоторые черви, двустворки (хиппуритес, острея и др.), иглокожие (некоторые морские пузыри и морские лилии), редкие гастроподы и оболочники из хордовых
		Свободнолежащий	Продуктиды, некоторые морские пузыри
	Инфауна (зарывающаяся, сверлящая)		Камнеточцы, древоточцы

ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВОДНОЙ СРЕДЫ

По условиям обитания морских организмов выделяют: стеногалинные, стенотермные, стенобатные, эвригалинные, эвритермные, эврибатные.

Стеногалинные (*stenos* – узкий, ограниченный) – животные, не переносящие больших колебаний солености.

Стенотермные – животные, не переносящие больших колебаний температуры.

Стенобатные – животные, не переносящие больших колебаний давления.

Стенобионтные – животные, которые могут жить при определенных условиях (коралловые полипы).

Эвригалинные (*eurys* – широкий) – животные, способные выдерживать значительные колебания солености. Например, рыбы (живут в море, а на нерест идут в реку).

Эвритермные – животные, способные выдерживать любые колебания температуры.

Эврибатные – животные, способные выдерживать любые колебания давления.

Эврибионтные – это организмы, которые могут существовать при значительных колебаниях факторов среды обитания.

Соленость в морях измеряется в единицах, называемых промилле (1 промилле равен 1 грамм соли на литр воды).

Название бассейнов	Количество соли (в основном NaCl), ‰	Пример
Гиперсоленые	> 40	Красное море (43 ‰)
Нормально-соленые	34–40	Мировой океан (35 ‰)
Солоноватые	< 34	Черное море (23 ‰), Каспийское озеро-море (17 ‰), Балтийское море (9 ‰)
Пресноводные		

НАЗЕМНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Освоение суши живыми организмами произошло в кембрии. Первопроходцами суши были низшие растения (мхи) и животные, в континентальных бассейнах произрастали водоросли. Высшие растения выходят на сушу лишь в силуре. В настоящее время наибольшее биологическое разнообразие наблюдается на поверхности и внутри почвы.

Выделяют зоогеографические царства: Нотогею, Палеогею, Неогею и Арктгею.

Зоогеографические царства	Общий облик	Пример	География
Нотогея	Позднемезозойский	Плацентарные, яйцекладущие, сумчатые	Австралия, Тасмания, Новая Гвинея, Новая Зеландия, Полинезия
Неогея	Раннекайнозойский	Плацентарные, сумчатые	Южная и Центральная Америка
Палеогея	Миоценовый	Хоботные, хищные, жирафовые, бегемотовые, человекообразные обезьяны, бегающие птицы (страусовые), рептилии	Тропические районы Африки, юг Аравии, Мадагаскар, Индо-Малайзия
Арктгея	Четвертичный	Плацентарные, единичны сумчатые	Северная Америка, Евразия, Северная Африка

АРЕАЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Термин	Определение	Пример
Космополиты	Живые организмы, распространенные повсеместно	Комнатная муха, подорожник
Эндемики	Живые организмы, распространенные на ограниченной площади	Нерпа *Pusa sibirica* – современный эндемик озера Байкал; брахиопода *Acrospirifer cheehiel* D_2gv Алтае-Саянской складчатой области
Реликты	Живые организмы, сохранившиеся в современной биоте как остаток предковой группы, более широко распространенной в прошлые геологические эпохи	Ginkgo biloba; хвойное растение рода Taxodium; кистеперая рыба Латимерия
Сукцессия	Последовательное изменение живых сообществ во времени	Жизнедеятельность растений ведет к образованию почвы, которую осваивают другие растительные сообщества
Викарирующие виды	Виды живых организмов, заменяющие друг друга	Ель обыкновенная, свойственная западной части России, на Южном Урале сменяется елью сибирской
Рекурренты	Организмы, развитие которых испытывает в какой-то момент затухание, но с возобновлением благоприятных условий вновь наступает их расцвет	

УСЛОВИЯ СОВМЕСТНОГО ОБИТАНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Условия	Расшифровка	Пример
Симбиоз – совместное сожительство разнородных организмов	Оба организма или один получают пользу	
Разновидности: 1. Мутуализм	Польза для симбионтов обоюдная	Совместное обитание кольчатых червей и колоний кораллов табулят Favositida: черви усиливают поток воды с пищевыми частицами, поставляя кораллам различные пищевые фрагменты, а кораллы тем временем служат убежищем для червей
2. Комменсализм	Пользу получает один из симбионтов	Совместное обитание брахиопод и кораллов со стелющейся колонией Auloporida: кораллы стелются вдоль края створок брахиопод, так как за счет своей биофильтрационной деятельности брахиоподы поставляют дополнительный источник питания кораллам. Раковина брахиопод при этом утяжеляется, деформируется
3. Паразитизм	Один из симбионтов получает пользу, нанося вред другому	Совместное обитание табулят Syringoporida со строматопоратами: строматопораты занимали пространство между трубочками табулят Syringoporida, получая пищу и дополнительную опору своей постройки, что вело к угнетенному положению Syringoporida (трубочки измельчались, днища искривлялись)

СТАДИИ ЗАХОРОНЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ

Фоссилизация – процесс превращения погибших организмов в ископаемые.

Петрификация – полное или частичное замещение (кремнеземом, карбонатом или пиритом) стволов растений при сохранении внутренней структуры.

Тафономия – наука о закономерностях и стадиях захоронения организмов: *биоценоз* (греч. *bios* – жизнь, комплекс живых организмов) – *танатоценоз* (греч. *thanatos* – смерть, комплекс умерших организмов) – *тафоценоз* (греч. *taphos* – могила, комплекс захороненных организмов) – *ориктоценоз* (греч. *oryktos* – ископаемый, сообщество ископаемых организмов).

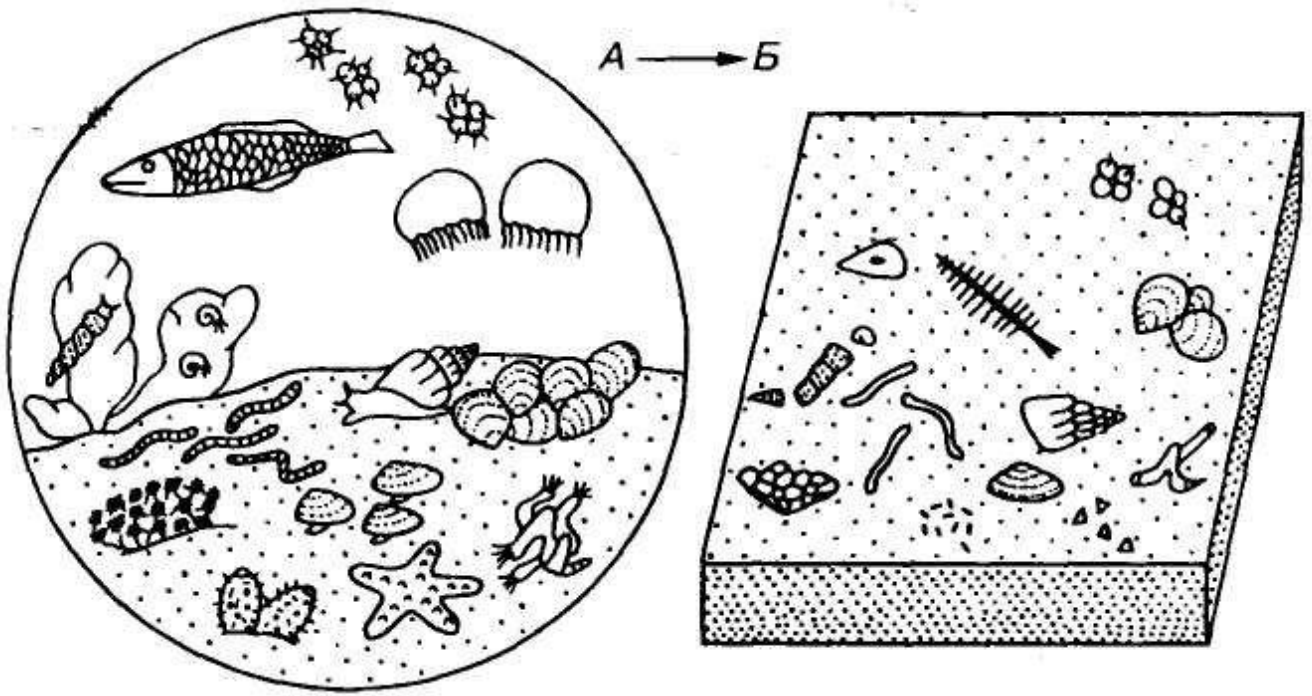


Рис. 4. От биоценоза к ориктоценозу (Михайлова, Бондаренко, 1997)

ФОРМЫ СОХРАННОСТИ ОРГАНИЗМОВ

<table>
<tr><td colspan="2">Фоссилии</td><td colspan="2">Фоссилии</td></tr>
<tr><td colspan="2">Субфоссилии – скелет и мягкие ткани (фитолеймы, семена, шишки, древесина в торфяниках четвертичных отложений; мамонты в вечной мерзлоте, носороги, птицы в озокерите)</td><td colspan="2">Эуфоссилии – целые скелеты, их фрагменты, ядра, отпечатки животных и растений, слепки</td></tr>
<tr><td>
Мамонтенок Дима, Якутия
(Д. Бейли, Т. Седдон, 1995)</td><td>
Муха в янтаре
(http://www.dharmakaya.ru)</td><td>
Панцирь трилобита
(ПМ ТПУ)</td><td>
Отпечаток папоротника
(ПМ ТПУ)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ихнофоссилии – следы жизнедеятельности организмов (норки, ходы червей, членистоногих, двустворок и др.)</td><td colspan="2">Копрофоссилии – продукты жизнедеятельности и конечные продукты пищеварения (строматолиты, онколиты, катаграфии, ископаемый помет, «пеллеты»)</td></tr>
<tr><td>
След динозавра,
штат Аризона, США
(Д. Бейли, Т. Седдон, 1995)</td><td>
Ophiomorpha sp.
Верхний мел, окрестности
г. Геленджик</td><td>
Строматолиты
(http://www.evolbiol.ru)</td><td>
Копролиты черепах, эоцен,
Мадагаскар
(http://forum.zoologist.ru)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Хемофоссилии – ископаемые биомолекулы, сохраняющие химический состав.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Псевдофоссилии – ошибочные фоссилии (лучистые минералы похожи на спикулы губок, дендриты марганца – на растения, трещины усыхания – напоминают пищеварительную систему медуз, известковые трубочки травертина похожи на трубочки червей)</td><td colspan="2">Гастролиты, или желудочные камни – камушки, которые использовали птицы и динозавры для дробления заглатываемой пищи</td></tr>
<tr><td>
Дендриты марганца
(ПМ ТПУ)</td><td>
Известковый туф-травертин
(http://www.ammonit.ru)</td><td>
Рептилия Barasaurus besairiei с гастролитами внутри
(http://www.ammonit.ru/foto/34153.htm)</td><td>
Гастролиты
(http://dinozavrikus.ru/vegetarianskaya-dieta)</td></tr>
</table>

ПОРОДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ ОРГАНИЗМОВ

Живые организмы участвуют в биогенном образовании осадка. Основная деятельность их заключается в накоплении, обогащении и разрушении. Все три процесса взаимосвязаны.

Название	Процесс	Пример
Накопление	Скопление минеральных и органических скелетов, растений	Коралловые известняки, уголь
Обогащение	Жизнедеятельность бактерий, цианобионтов и животных (биофильтраторов и грунтоедов) приводит к обогащению осадка минералами и элементами	Строматолиты, онколиты, катаграфии, джеспилиты, железо-марганцевые конкреции
Разрушение	Деятельность зарывающихся и сверлящих организмов изменяет механический и химический состав осадка	Биоглифы

Органогенной породу можно назвать тогда, когда она сложена на 30–40 % и более из минеральных скелетов или за счет жизнедеятельности бактерий и цианобионтов. Условием для образования биогенных пород является их скученное существование, а также массовый перенос их остатков в пониженные участки рельефа.

Организмы	Какие скопления образуют	Пример
Скученность организмов	Покровы, пленки, маты, желваки	Желваки сообществ бактерий, цианобионтов и грибов; покровы-маты хемосинтезирующих бактерий
Планктон	«Стаи»	Карбонатные породы из фораминифер
Бентос	Заросли, банки, рифы	Заросли кольчатых червей серпулид и погонофор-вестиментифер; заросли криноидей; брахиоподовые и устричные банки; коралловые рифы
Наземные растения	Леса, джунгли, заросли и торфяники	Кордаитовые леса
Наземные животные	Стада	Стадо мамонтов

Среди органогенных пород распространением пользуются известковые, кремнистые, фосфатные и железистые. Одними из первых появились железистые породы, которые обязаны своим происхождением бактериям и цианобионтам. Например, из докембрия известны железистые кварциты (джеспилиты) Кривого Рога. Микробные сообщества играли большую роль в формировании и других полезных ископаемых таких, как сера, марганец, полиметаллы и даже золото, нефть, газ и другие углеводороды.

Название скелета	Химический состав скелета	Организмы, которые образуют данный скелет	Порода
Органический	Хитиновый	Кольчатые черви, сцифоидные, моллюски, трахейнодышащие, трилобиты, хелицеровые	Породы не образуют
	Спонгиновый (шелкоподобный)	Губки	
	Хрящевый	Позвоночные	
	Роговой	Кольчатые черви, кораллы, моллюски, птицы, млекопитающие	
	Полимерный (целлюлоза)	Высшие растения	Торф, уголь, горючие сланцы
Минерально-органический		Кораллы, костные рыбы, четвероногие	Породы не образуют
Минеральный	Известковый (карбонатный) $CaCO_3$. Кальцит, арагонит	Бактерии. Цианобионты (строматолиты). Животные: фораминиферы, кораллы, строматопораты, археоциаты, губки, серпулы, мшанки, брахиоподы, криноидеи, рудисты, гастроподы (туррителлы, птероподы, спирателлы), устрицы, цефалоподы, тентакулиты, остракоды. Растения: харовые водоросли, красные водоросли, зеленые водоросли, золотистые водоросли – кокколитофориды и др.	Известняк, мергель, писчий мел, доломит, ракушняк
	Кремневый (силицитизированный) SiO_2nH_2O. Опал	Примитивные животные: солнечники, радиолярии, губки. Низшие растения: диатомовые водоросли, кремневые жгутиковые – динофлагелляты	Спонголит (из спикул губок), радиолярит (из скелетов радиолярий), диатомит (из диатомей). Биогенно-хемогенные: трепел, опока

	Фосфатный (как примесь или основной компонент) $CaPO_4$. Апатит, даллит	Бактерии, грибы, животные: медузы – статолиты, конулярии, черви, членистоногие, моллюски, брахиоподы, мшанки, иглокожие, хордовые – позвоночные	Биогенный фосфорит (из верхнеюрских аммонитов, нижнеордовикских брахиопод р. *Obolus*)
	Целестиновый $SrSO_4$	Одноклеточные (акантарии)	Породы не образуют

Рис. 5. Серпуловый известняк (ПМ ТПУ)

Рис. 6. Известняк из двустворчатых и брюхоногих моллюсков (http://otvet.mail.ru)

БИОТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Относительный возраст					Возникновение	Вымирание	
Акрон	Эон	Эра	Период	Эпоха		Рубежи	Вымершие группы
	FZ	KZ	Q				
			N	N_2	Человек		
			~~P~~				
		MZ	K			K_2	Рудисты, аммониты, белемниты, иноцерамы, динозавры
				K_1	Покрытосеменные		
			J				
						T/J	Конодонты
			T	T_3	Птицы, млекопитающие		
				T_2	Динозавры		
		PZ	P			P	Трилобиты, табуляты, ругозы, гониатиты, фузулиниды, сократилось количество отрядов брахиопод; семенные папоротники, кордаиты
			C				
				C_2	Рептилии		
						D/C	Граптолиты, ракоскорпионы
			D	D_3	Земноводные		
				D_1	Наземные беспозвоночные, насекомые	S/D	Уменьшилось разнообразие трилобитов, граптолитов, табулят
			S				
				S_1	Наземные растения	O/S	Многие древние беспозвоночные
			O				
						~~C_1~~/~~C_2~~	Археоциаты
				~~C_1~~	Минеральный скелет		
		V					
	PR_2	RF_3			Многоклеточные		
PR	PR_1				Эукариоты		
AR	AR_2						
	AR_1			3,8 млрд лет	Прокариоты		

КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ

В настоящее время принимают следующие таксономические категории:

Надцарство, Царство, Подцарство, Тип (Отдел – для растений), Класс, Подкласс, Отряд, Семейство, Род, Вид.

Например:

Надцарство Eucaryota. Ядерные организмы

Царство Zoa. Животные

Тип Chordata. Хордовые

Подтип Vertebrata. Позвоночные

Надкласс Tetrapoda. Четвероногие

Класс Mammalia. Млекопитающие

Подкласс Eutheria. Высшие звери

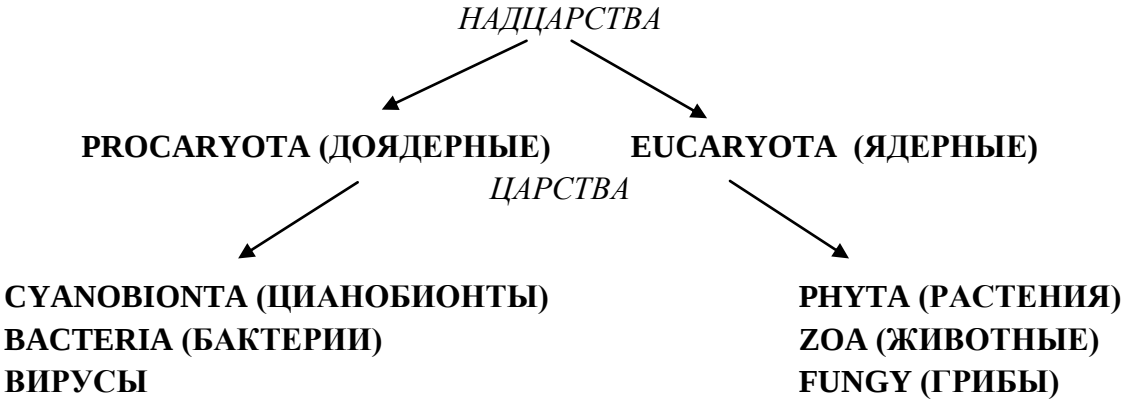
Отряд Primates. Приматы

Семейство Hominidae. Люди

Род Homo. Человек

Вид Homo sapiens Linnaeus. Человек разумный

В органическом мире Земли выделяют:



НАДЦАРСТВО PROCARIOTA. ДОЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ AR-Q

Первыми в конце раннего архея (3,8 млрд лет назад) на Земле появились прокариоты. К надцарству прокариот относят одноклеточные одиночные и колониальные организмы без обособленного ядра. Выделяют царства: *Вирусы*, *Бактерии* и *Цианобионты.* С момента их появления можно считать начало образования биосферы на нашей планете. Наиболее важное геологическое значение имеет царство Цианобионтов.

ЦАРСТВО CYANOBIONTA. ЦИАНОБИОНТЫ AR-Q

Это первые организмы в истории Земли, продуцирующие свободный кислород. Известь выделяющие формы образуют *строматолиты и онколиты*. Цианобионты сближает с бактериями отсутствие ядра, а с водорослями – наличие хлорофилла и способность производить кислород.

Строматолиты – прикрепленные постройки (пластообразные, желваковые, столбчатые) слоистого строения, в образовании которых участвовали архебактерии, цианобионты, водоросли.

Рис. 7. Строматолиты D_1, Хакасия (ПМ ТПУ) – слева; онколиты (http://www.sibmin.ru) – справа

Онколиты – круглые желвачки концентрически-слоистого строения, образовавшиеся в подвижной водной среде, вероятно, в литорали, при участии обволакивающих цианобионтов, архебактерий, водорослей.

НАДЦАРСТВО EUCARYOTA. ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ PR-Q

В докембрийских отложениях встречаются остатки неопределенного систематического положения. Их называют проблематикой.

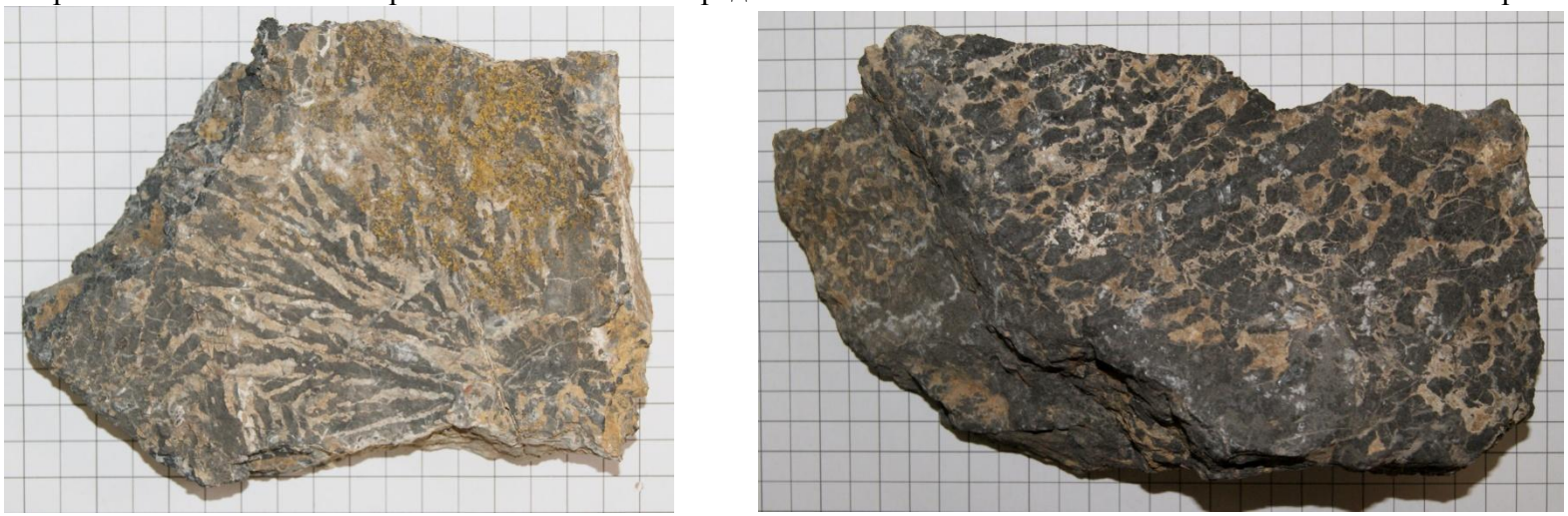


Рис. 8. Невландиевая проблематика, рифей Алтае-Саянской складчатой области, Хакасия (ПМ ТПУ)

ЦАРСТВО PHYTA. РАСТЕНИЯ PR-Q

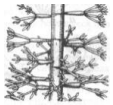
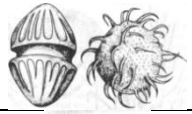
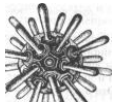
К растениям относятся одноклеточные и многоклеточные организмы, имеющие *автотрофное* питание, преимущественно неподвижные, имеющие верхушечный рост.

Ископаемые растения изучаются разделом палеонтологии – *палеоботаникой*. В царстве растений выделяют два подцарства: низших и высших растений.

Подцарство Thallophyta. Низшие растения

К низшим растениям относят водоросли: зеленые, диатомовые, золотистые, динофитовые, бурые, красные, харовые, краткая характеристика которых приведена ниже.

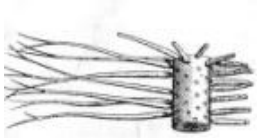
Водоросли – это одноклеточные и многоклеточные организмы, которые живут в воде и почве. Они имеют единое тело, не разделенное на корень стебель и листья. Размеры водорослей могут быть разные – от микроскопических до многометровых (достигают 60 м). Все водоросли содержат хлорофилл, т. е. являются фотосинтезирующими, а также имеют окрашивающие пигменты (с ними часто связано разделение водорослей на отделы – бурые, золотистые, зеленые, красные).

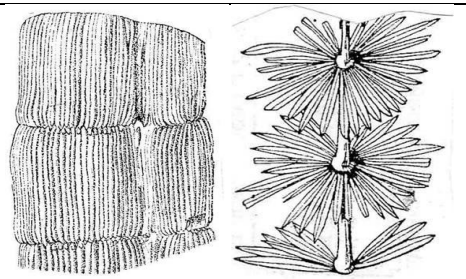
Отдел	Состав	Место	Значение	Внешний вид
Красные (багряные) PR-Q	Карбонатный	Море (до 270 м), редко пресноводные	Образуют известняки	
Зеленые PR-Q	Хитиновый	Пресноводные, морские, в почве	Образуют горючие сланцы-кукерситы; предки высших растений (?)	род Gloeocapsomorpha 
Динофитовые S-Q	Целлюлозный, пропитан известью или кремнеземом	Море, редко пресноводные	Стратиграфическое MZ-KZ, палеоклиматическое	
Харовые S_2-Q	Карбонатный	Пресные водоемы, опресненные лагуны	Образуют харовый туф, хароцит	
Золотистые – кокколитофориды T-Q	Карбонатный	Пресноводные, морские	Образуют 90 % писчего мела	
Диатомовые K-Q	Кремнистый	Пресноводные, морские, почва	Образуют диатомиты, трепелы, опоки	
Бурые ~~P~~-Q	Каротиноидный (желто-бурый пигмент фукоксантин)	Море, редко в пресных бассейнах		род Laminaria (морская капуста) род Sargassum (Саргассово море)

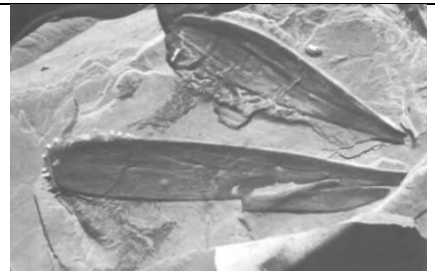
Подцарство Telomophyta. Высшие растения

Высшие растения отличаются от водорослей наличием дифференциации растений на органы (корень, стебель, листья), которые состоят из разнообразных тканей (проводящих, покровных, механических, основных).

Классификация высших растений в данном пособии дана в соответствии с системой, предложенной С.В. Мейеном – по способу размножения растений. Среди высших растений выделяют 5 отделов: Bryophyta, Propteridophyta, Pteridophyta, Pinophyta, Magnoliophyta.

Отдел	Класс	Порядок	Род	Краткая диагностика
Propteridophyta Риниофиты Псилофиты S-D	–	–	*Rhynia* D_1 (дихотомически ветвящиеся ветви) *Sawdonia* D (имеются шипики)	 *ПМ ТПУ* *http://www.humbold*
Pteridophyta. Птеридофиты D-Q	Lycopodiopsida. Плауновидные D-Q	Lepidodendrales. Лепидодендроновые C-P	*Lepidodendron* C-P (ромбические листовые подушки) *Sigillaria* C (шестиугольные листовые подушки) *Knorria* C-P (форма сохранности лепидодендроновых) *Stigmaria* C-P (корнеподобные образования лепидодендроновых)	 

	Equisetopsida. Членистостебельные, Хвощеподобные D_3-Q	Calamitales. Каламитовые (древесные) C-P	*Calamites* C-P (ствол расчленен) *Annularia* C-P (листья каламитовых)	
		Equisetales. Хвощовые (травянистые) C-Q	*Equisetum* Q (современный полевой хвощ)	
	Polypodiopsida. Споровые папоротники D_2-Q		*Pecopteris* C-P (волнистые перышки) *Cladophlebis* J-K (серповидно-загнутые перышки)	 *http://www.thecoldestjourney*

Pinophyta, Gymnospermae. Голосеменные D_3-Q	Pteridospermidae. Семенные папоротники C-P	*Gondwanidium* C-P (характерная форма вайи) *Angaropteridium* C-P	
	Cordaitales. Кордаитовые C-P	*Cordaites* C-P (ланцетовидный лист с продольным жилкованием) *Artizia* C-P – ствол кордаитовых	
	Coniferales. Хвойные C_2-Q	*Taxodium* K-Q	 *ПМ ТПУ*
	Ginkgoales. Гинкговые MZ-KZ	*Ginkgo sibirica* J-K (лопастная пластинка)	
	Czekanowskiales. Чекановскиевые MZ	*Czekanowskia* J-K (игловидный облик листьев, собранные в пучок)	
	Bennettitales. Беннеттитовые T_2-K Cycadales. Цикадовые MZ-KZ	*Nilssonia* MZ	 *ПМ ТПУ*

ЦАРСТВО ZOA (ANIMALIA). ЖИВОТНЫЕ (PR-Q)
ПОДЦАРСТВО PROTOZOA. ПРОСТЕЙШИЕ, ИЛИ ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ
ТИП SARCODINA. САРКОДОВЫЕ €-Q

(греч. *sarcos* – мясо)

Общая характеристика. Это одиночные, одноклеточные организмы, где клетка является многофункциональной. Это морские (80 %) и пресноводные организмы (амеба). Передвигаются и захватывают пищу с помощью ложноножек, или псевдоподий. Многие строят раковину и поэтому сохраняются в ископаемом состоянии.

Размеры. От 10 мкм до 5 см и более.

Классификация. В типе выделяют четыре класса. Особое геологическое значение имеют фораминиферы и радиолярии, строящие минеральный скелет.

Класс Foraminifera. Фораминиферы €-Q

(лат. *foraminis* – отверстие, *fero* – носить)

К фораминиферам относят саркодовых (до 25 тыс. видов), обладающих раковиной с одним или несколькими мелкими отверстиями (*форамен*), через которые выходит протоплазма в виде тончайших нитевидных *псевдоподий* (*ложноножек*). Псевдоподии фораминифер служат для захвата пищи, передвижения, у некоторых родов участвуют в создании раковины. Считается, что они несут дыхательную функцию, осуществляя газообмен клетки с внешней средой.

Строение скелета. Раковина фораминифер может быть сплошной или пористой, одно- и многокамерной, одно-, двух- и многорядной, спирально-плоскостной, спирально-конической или клубковидной.

Многокамерные раковины состоят из многочисленных камер, отделенных друг от друга перегородками – *септами* – и соединяющихся отверстиями, называемыми *апертуры*. Наиболее распространены спирально-плоскостные и спирально-конические формы. Раковина, у которой каждая последующая камера прилегает к предыдущей, называется *эволютной*. Раковина, в которой все обороты закрыты последним, носит название *инволютной* (роды *Fusulina* C_{2-3} и *Nummulites* ₽-N).

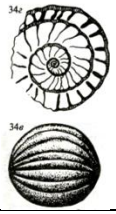
Состав скелета. Скелет бывает чаще *секреционно-известковый*, выделяемый протоплазмой, реже организм использует мельчайшие частички песка, слюды, кальцита, зерен кварца, спикул губок, цементируя их органическим веществом. Такой скелет называется *агглютинированным.*

Геологическое значение. *Стратиграфическое* значение (для определения относительного возраста и корреляции морских отложений); *палеогеографическое* (по фораминиферам проводят палеозоогеографические реконструкции, восстанавливают колебания климата прошлого, их используют как показатели глубин: фораминиферы мелководной зоны имеют грубозернистую агглютинированную

раковину, в глубоководных участках морского бассейна раковины тонкозернистые, секреционно-известковые раковины появляются в более прогретых участках дна в тропической зоне до 4,5 км, глубже распространены только агглютинированные фораминиферы); *породообразующее* (в позднемеловую эпоху роталииды, глобигериниды и в меньшей степени другие фораминиферы участвовали в формировании мощных толщ писчего мела, хотя главным составным элементом этих толщ были золотистые водоросли – кокколитофориды. В палеогене главными породообразующими организмами являлись нуммулитиды, раковинами которых сложены нуммулитовые известняки. Они используются как строительный материал (Египетские пирамиды, фундаменты и стены домов в Симферополе, Севастополе и Бахчисарае). В голоцене на океаническом дне тропико-экваториального пояса накапливаются глобигериновые илы.

Рис. 9. Остатки облицовки на вершине пирамиды Хеопса представлены нуммулитовым известняком (http://vse.kz/topic)

Рис. 10. Нуммулитовый известняк с остатками морского ежа (палеоген, Крым) (ammonit.ru)

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Foraminifera. Фораминиферы €-Q	Fusulinida C-P	*Fusulina* C_{2-3}	Раковина многокамерная веретеновидная *секреционная*, известковая, спирально-плоскостная, *инволютная*, вытянута по оси навивания. Размер до 20 мм	Море нормальной солености, субтропики. Подвижный бентос
		Schwagerina P_1 	Раковина многокамерная, шаровидная, известковая секреционная	
	Nummulitida K_2-Q	*Nummulites* ~~P~~ –N *ПМ ТПУ*	Раковина многокамерная крупная (до 100 мм) – гиганты среди фораминифер, монетковидной формы, секреционная, известковая, спирально-плоскостная, инволютная, сжатая по оси навивания	
	Lagenida S-Q	*Lagena J-Q* *«узкогорлая бутылка»*	Раковина однокамерная, колбовидной или яйцевидной формы с округлым устьем. Известковая, секреционная. Поверхность орнаментированная	Морские, пресноводные, эвригалинные. Свободный бентос

Класс Radiolaria. Радиолярии €? O-Q

(лат. *radiolus* – лучик)

К радиоляриям относятся одноклеточные, микроскопические (не более 1 мм), планктонные морские саркодовые, имеющие ажурный секреционный кремниевый скелет. Радиолярии чрезвычайно разнообразны, особенно в тропических морях. Насчитывают более 7 000 видов, в т. ч. около 1 000 ископаемых.

Строение скелета: скелет радиолярий облегченный, сетчатый, с многочисленными иглами, что позволяет им «парить» в воде, т. е. вести планктонный образ жизни. Форма скелета очень разнообразна: шарообразная, звездчатая, реже в виде башенки, колокола или шлема. Скелет служит защитой и опорой цитоплазмы, но главное значение их скелета заключается в приспособлении к пассивному плаванию в толще морской воды.

Состав скелета. Кремнистый.

Геологическое значение. Радиолярии имеют породообразующее значение, т. к. они участвовали в образовании кремнистых осадочных пород – *радиоляритов, опок, диатомитов*. Реже встречаются в вулканитах, туфах, фосфоритах, кремнистых глинах. Однако по сравнению с фораминиферами они играли гораздо меньшую роль в формировании горных пород.

В целом радиолярии имеют значительно меньшее геологическое значение, чем фораминиферы, что объясняется меньшим количеством видов, приуроченностью к органическим типам осадков, слабой изменчивостью.

Класс		Характеристика	Место и образ жизни
Radiolaria €? O-Q		Микроскопические организмы, скелет секреционный, кремневый, сетчатый, различной формы	Море, стеногалинные. Планктон

ПОДЦАРСТВО METAZOA. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ
ПРИМИТИВНЫЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ
ТИП PORIFERA. ПОРОНОСЦЫ RF-Q

(лат. *porus* – пора; *fero* – нести)

Общая характеристика. Это одиночные или колониальные организмы, водные, преимущественно морские, прикрепленные или свободно лежащие организмы.

Размеры. Размеры их тела колеблются от нескольких миллиметров до двух метров и более.

Классификация. В основу систематики (классификации) губок положены состав и особенности строения скелета. Классификация типа сложна и противоречива. В последнее время выделяют классы: Spongia. Губки V-Q; Sclerospongia. Склероспонгии O-Q; Sphinctozoa. Сфинктозоа ~~C~~-Q. Основу типа составляет класс губок, поэтому с названием Porifera в качестве синонима используют название Spongia (Губки).

Класс Spongia. Губки V-Q.

Строение. Одним из основных признаков губок является наличие своеобразной, присущей только данным животным системы каналов, пронизывающих их тело. Каналы начинаются более или менее крупными порами на поверхности тела, с чем связано название типа – Porifera, или пороносцы. Система каналов получила название водно-сосудистой, или *ирригационной*, системы. Стенка тела снаружи выстлана плоскими покровными клетками, а изнутри – воротничково-жгутиковыми клетками *хоаноцитами.* Между ними находится бесструктурное студенистое вещество – *мезоглея*, составляющая основу тела. В мезоглее располагаются разнообразные клетки: пищеварительные, половые, скелетные и др. Свободная центральная полость губки имеет на вершине одно или несколько отверстий – *оскулюм* (устье). Вода, насыщенная кислородом и микроорганизмами (продуктами питания), поступает в тело губки через поры, проходит сквозь ирригационную систему и выбрасывается через оскулюм. Ток воды, происходящий непрерывно, вызывается движением жгутиков *(хоаноцитов).* Существует три варианта ирригационной системы. По степени сложности выделяют три типа: *аскон, сикон, лейкон.*

Основу скелета губок составляют *спикулы* (иголочки). По форме они выделяются как одноосные, трехосные, четырехосные и многоосные спикулы. Основными являются трехосные спикулы, образующие их три иголочки расположены в разных плоскостях. Одноосные спикулы имеют вид палочки с различно построенными концами. Окончания лучей называются *десмами.* Обычно спикулы рассеяны в мезоглее, иногда соединяются концами, образуя решетчатый (фаретронный) скелет. Трехосные – имеют шесть лучей, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, которые, срастаясь, образуют сложный и прочный *диктиональный* скелет. Грубые и крупные четырехосные спикулы часто плотно соединяются друг с другом, образуя связный (*литистидный*) скелет.

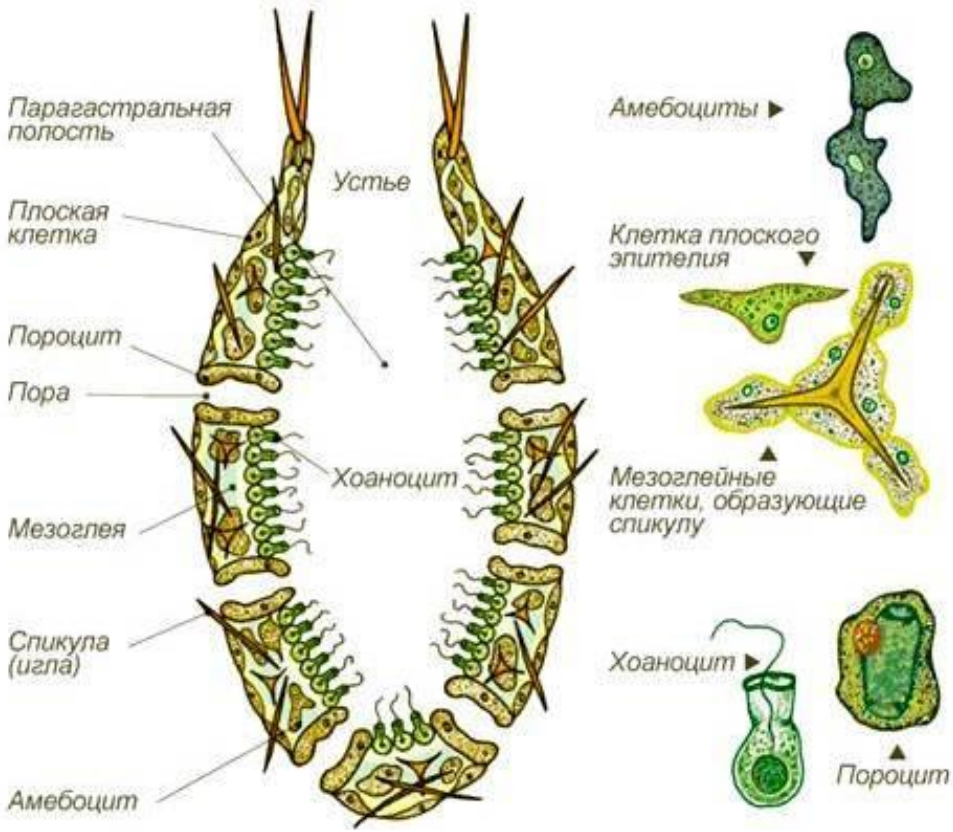


Рис. 11. Строение губки (*http://ppt4web.ru*)

Состав скелета. Скелет губок может быть минеральный, органический или смешанный. Органический, склеропротеиновый скелет состоит из *спонгина* (эластичные волокна из белкового вещества). Минеральный скелет по составу может быть известковым или кремневым. Губки с фаретронным скелетом – известкового состава, с диктиональным и литистидным – кремнистого. Спикулы кремневых губок состоят из опала, по размерам делятся на крупные (*макросклеры*) и мелкие (*микросклеры*). Только минеральный скелет позволяет губкам сохраняться в ископаемом состоянии.

Питаются губки веществами, которые приносит вода.

Рис. 12. Разнообразие в строении скелета губок

Геологическое значение**.** Стратиграфическое значение губок не очень велико, но они важны для стратиграфии меловых отложений. Закономерное распределение губок по глубинам позволяет по ним определять глубины морских палеобассейнов.

Скопления спикул губок образовывали горные породы – спонголиты, кроме того, губки принимают участие в образовании яшм, опок, кремнистых сланцев.

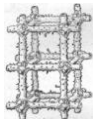
Класс	Подкласс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место, форма и образ жизни
Spongia. Губки V-Q	Silicispongia. Кремневые V-Q	Triaxonida €-Q Трехосные Hexactinellida Шестилучевые	*Ventriculites* K_2 	Скелет кремневый, крепление ризоидами, имеются трехосные – шестилучевые спикули, которые срастаются в правильный каркас – диктиональную решетку из 3–6 лучевых спикул 	Море нормальной солености (включительно до абиссали) 500–1000 м. Одиночные (большинство). Прикрепленный или свободнолежащий бентос
		Tetraxonida Четырехосные €-Q	*Jerea* K 	Губки грушевидной формы с коротким стеблем. Скелетная решетка литистидная 	Море. Одиночные. Прикрепленный бентос
Sclerospongia. Склероспонгии O-Q	**Группа**: Chaetetoidea. Хететоидеи O-N		*Chaetetes D-P (C)* *ПМ ТПУ*	Колония массивная, полусферическая. Кораллиты волосовидные плотно прилегают друг к другу.	Море нормальной солености до 200 м. Прикрепленный бентос

Рис. 13. Губки с озера Байкал (ПМ ТПУ)

Рис. 14. Колониальные современные морские губки (интернет)

Класс Sclerospongia Склероспонгии O-Q

Группа Chaetetoidea. Хететоидеи O-N (греч. *chaite* – волос)

Хететоидеи являются предметом постоянной дискуссии. Чаще всего хететоидей относят к типу Cnidaria, классу Anthozoa. Некоторые исследователи рассматривают хететоидей среди мшанок, водорослей или губок.

Хететоидеи – колониальные животные. Колонии массивные, представлены известковыми тонкими, волосовидными (0,15…1,00 мм) трубочками (кораллитами). Поперечные сечения трубочек округлые.

ТИП ARCHAEOCYATHI. АРХЕОЦИАТЫ $Є_1$

(греч. *archaios* – древний; *cyathus* – небольшой кубок)

Общая характеристика. Это морские одиночные или колониальные беспозвоночные животные, имели форму кубка.

Размеры. Одиночные организмы имели размеры от 0,6 до 40,0 см в высоту и от 0,5 до 25,0 см (50?) в диаметре (обычно 1,0…2,5 см). Археоциаты были прикрепленными бентосными организмами, биофильтраторами, населявшими мелководные участки морей.

Строение скелета. О строении мягкого тела археоциат ничего не известно. У одиночных археоциат скелет имел различную форму: коническую бокаловидную, цилиндрическую, блюдцеобразную, полусферическую. Обычно они имели форму кубка различной ширины. Колониальные археоциаты состояли из сросшихся одиночных форм и имели массивный или ветвистый скелет.

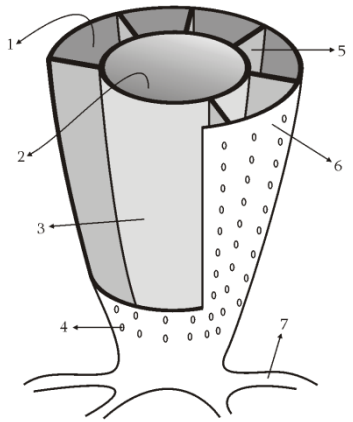


Рис. 15. Строение скелета археоциат (1 – интервеллюм, 2 – центральная полость, 3 – внутренняя стенка, 4 – пора, 5 – септа, 6 – внешняя стенка, 7 – каблучок прирастания) (http://ru.wikipedia.org)

Отличие от губок. В отличие от губок, у археоциат пористый скелет не содержит спикулы, он состоит из одной или двух стенок (двух кубков, вложенных один в другой) и различных скелетных образований, исключительно известковый. Прикреплялись археоциаты каблучком прирастания.

Обычно скелет археоциат состоит из двух пористых стенок: наружной и внутренней, в пространстве между стенками – *интервеллюме* – находятся различные скелетные элементы: перегородки, днища, стерженьки и т. д. В центральной полости скелетные элементы отсутствуют. Вертикальные элементы скелета представлены правильными радиально расположенными вертикальными перегородками – септами – или искривленными пластинками – тениями. Горизонтальные скелетные образования – простые или гребенчатые днища.

Изучение археоциат производят в шлифах (в продольном и поперечном сечениях), аншлифах и на поверхности породы, протравленной кислотой.

Классификация типа Archaeocyathi основана на числе стенок, строении интервеллюма и центральной полости. Общепризнанно разделение типа на два класса: Regulares – правильные – и Irregulares – неправильные.

Класс Regulares. Правильные археоциаты $Є_1$

К правильным археоциатам относятся одиночные и колониальные одно- и двустенные археоциаты с простыми септами в интервеллюме.

Класс Irregulares. Неправильные археоциаты $Є_1$

К неправильным археоциатам относят одиночные и колониальные двустенные археоциаты, у которых в интервеллюме имеются прерывистые перегородки – тении.

Геологическое значение. Археоциаты имеют важное значение для определения геологического возраста, расчленения и сопоставления отложений нижнего кембрия как отдельных регионов Сибири, Монголии, Австралии, Северной Америки, так и глобальной корреляции. Знание образа жизни и условий обитания археоциат позволяет реконструировать палеогеографическую обстановку, восстанавливать границу моря и суши.

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место, форма и образ жизни
Regulares. Правильные $\mathbf{Є_1}$	*Ajacicyathida* $Є_1$	*Aldanocyathus* $Є_1$	Одиночный кубок, цилиндрической формы. В интерваллюме – *септы*	Море нормальной солености (20–50 м). Одиночные и колониальные. Прикрепленный бентос
Irregulares. Неправильные $\mathbf{Є_1}$	*Archaeocyathida* $Є_1$	*Archaeocyathus* $Є_1$	Одиночный кубок (редко колониальные). В интерваллюме – *тении*	Море нормальной солености (20–50 м). Одиночные и колониальные (редко). Прикрепленный бентос

Рис. 16. Археоциаты в верхнем сечении кубка (ПМ ТПУ)

Рис. 17. Препарированный естественным путем кубок археоциат, Хакасия, дер. Катюшкино (ПМ ТПУ)

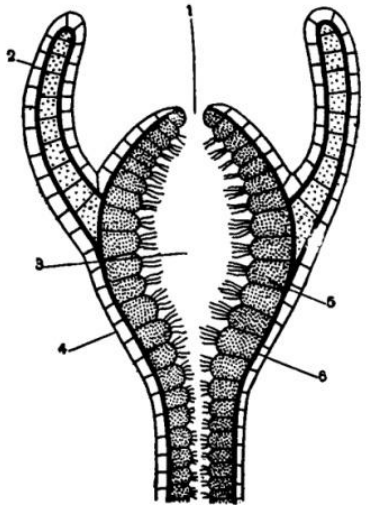
Настоящие многоклеточные

ТИП CNIDARIA. СТРЕКАЮЩИЕ V-Q

(греч. *cnidos* – нить)

COELENTERATHA. КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

(греч. *coelenteron* – кишечная полость)



Общая характеристика. Стрекающие *(Cnidaria),* или кишечнополостные (*Coelenterata*) – это самые примитивно устроенные среди настоящих многоклеточных, с радиально-осевой симметрией, исключительно водные животные.

Размеры. Колонии палеозойских коралловых полипов могли достигать 1,5 м, а современных восьмилучевых кораллов до 2,5 м. Диаметр медуз достигает от нескольких мм до 2,3 м, а вместе с щупальцами длина некоторых доходит до 30 м.

Рис. 18. Строение скелета гидроидного полипа (1 – ротовое отверстие; 2 – щупальце; 3 – гастральная полость; 4 – эктодерма; 5 – энтодерма; 6 – мезоглея) (http://earchiv.ru/biologicheskaya)

Строение. Мешковидное тело книдарий имеет гастральную полость, которая делится перегородками на камеры и имеет одно отверстие, выполняющее функцию как вводного – ротового, так и выводного – анального. Ротовое отверстие окружено щупальцами, несущими стрекательные капсулы, каждая из которых имеет внутри свернутую нить с ядовитой жидкостью. При защите и нападении нить молниеносно распрямляется, парализует жертву и щупальцами заталкивает ее в глотку. Кроме пищеварительной системы, книдарии имеют мышечную, нервную, скелетную системы, половую; размножаются почкованием или делением.

Классификация. В типе выделяют классы: гидроидные полипы (V-Q), сцифоидные (V-Q), коралловые полипы (V-Q), гидроконозоа (PZ-MZ). Среди современных форм наиболее распространены шести- и восьмилучевые кораллы и медузы.

Класс Anthozoa. Коралловые полипы V-Q

(a*nthos* – цветок, *zoa* – животное)

Это животные, похожие на цветы, были разноцветными при жизни. Исключительно морские организмы**,** стеногалинные, прикрепленный и сидячий бентос, вымершие и современные. Отдельный организм называют *коралловый полип,* а его скелет – *кораллит.*

Состав скелета. Скелет коралловых полипов исключительно известковый.

Подкласс Tabulatoidea. Табулятоидеи $Є_2$-P (лат. *tabula* – доска; греч. *oides* – вид, форма).

Это исключительно колониальные животные, вели неподвижный образ жизни. Колонии массивные (стенки одного кораллита плотно прилегают к другому), ветвистые, цепочечные. В сечении кораллиты могут быть округлыми, эллиптическими, многоугольными. Во внутренней полости кораллитов имеются горизонтальные днища (табули) и вертикальные перегородки (септы), чаще септальные шипики.

Подкласс Tetracoralla. Четырехлучевые кораллы; Rugosa. Ругозы O-P (греч. *tetra* – четыре; *korallion* – коралл или лат. *ruga* – морщинистый).

Это одиночные и колониальные животные. Форма одиночных кораллов – роговидная, цилиндрическая, призматическая. Длина не более 25 см, в поперечнике 6 см. Поперечное сечение одиночных кораллов круглое, многоугольное, четырехугольное. Колонии массивного типа состояли из призматических кораллитов, в поперечнике до 4 см.

Скелет состоял из днищ, септ, пузыревидных образований, столбиков. Септы закладывались закономерно. Сначала образовывалась одна септа, которая распадалась на одну короткую и одну длинную на противоположном крае. Затем появлялись четыре боковые. В четырех из шести полученных секторов закладывались новые септы. У некоторых форм имеются крышечки (род *Calceola*). У одиночных четырехлучевых кораллов хорошо развит покровный морщинистый слой – *эпитека*. Его наличие обусловило второе название подкласса – ругозы.

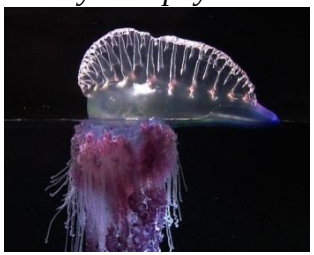
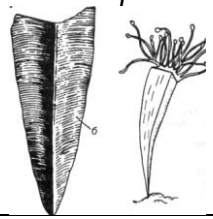
Подкласс Heliolitoidea. Гелиолитоидеи O_2-D_2 (греч. *helios* – солнце; *lites* –искаженное от *lithos* – камень).

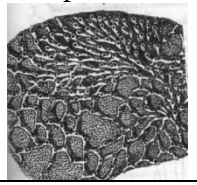
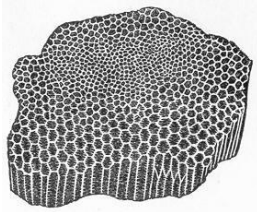
Гелиолитоидеи – колониальные животные. Формы колоний разнообразные, состоящие из кораллитов и промежуточного скелета. Кораллиты цилиндрические, с 12 или 6 септами, напоминают солнышко в поперечном сечении. Промежуточный скелет в виде пузыревидных образований или полигональных трубок представлял собой либо видоизмененные кораллиты, либо боковые разрастания кораллитов.

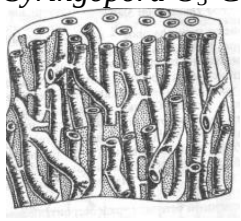
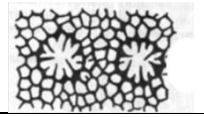
Геологическое значение. Строматопораты, табуляты, тетракораллы и гелиолитоидеи имеют большое биостратиграфическое значение для палеозойских отложений, являются руководящими формами.

Кораллы, как животные стенобионтные, используются при реконструкции палеогеографических условий осадконакопления. По линиям роста эпитеки ругоз можно подсчитать количество дней в году в прошлые геологические эпохи. В этом случае кораллы выступают как «геологические часы».

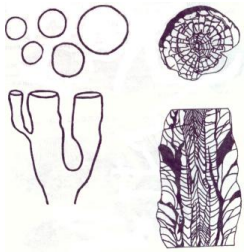
Огромна роль кораллов и в породообразовании. Рифовые постройки кораллов становились коралловыми известняками, некоторые из них являются ловушками нефти и газа, а также коллекторами пресной и минерализованной воды.

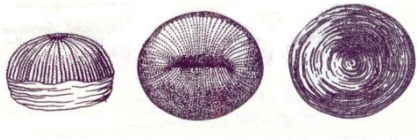
Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Hydrozoa. Гидроидные полипы V-Q	Stromatoporata. Строматопораты O_2 – Р	*Stromatopora* S-K *ПМ ТПУ*	Слоистый скелет представляет собой наслоение параллельных друг другу пластин-*ламин*	Море. Современные гидроидные – пресные водоемы. Эвригалинные. Колониальные. Прикрепленный или свободнолежащий бентос
	Сифонофоры	*Physalia physalis*  *«португальский кораблик»* *http://images.yandex.ru*	Плавательный пузырь (пневматофор) – надводная часть, а под водой скрывается основное тело колонии	Море тропическое. Колониальные. Планктон
Scyphozoa. Сцифоидные V-Q	Основная жизненная форма сцифоидных – медузы	Медуза 	Размер до 2 м	Море нормальной солености. Все глубины. Одиночные Планктон, редко бентосные
	Conulata. Конуляты Є$_2$-T$_1$	*Conularia africana* D 	Скелет конусовидный, сигарообразный в виде четырехгранной пирамиды хитиновый, пропитан карбонатом кальция	Море, относительно глубоководное. Планктонный и бентосный образ жизни

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место обитания Форма жизни Образ жизни
Anthozoa. Коралловые полипы V-Q	Tabulatoidea. Табуляты $€_2$-P	*Auloporida* $€_2$-P	*Aulopora* O-P 	Стелющиеся колонии. Кораллиты роговидной, цилиндрической формы	Море нормальной солености. Колониальные. Прикрепленный бентос
		Favositida O_2-P	*Michelinia* D-P C_1 Кузбасса *ПМ ТПУ*	Массивная булкообразная колония. Кораллиты крупные (до 8 мм) призматической формы, табулы пузырчатые	
			Favosites S-D 	Колония дисковидная, полусферическая. Кораллиты многоугольные, сотовидные, плотно прилегают друг к другу, табулы плоские, горизонтальные	
			Thamnopora D 	Колонии цилиндрической или ветвистой формы. Кораллиты в осевой части расположены вертикально, а в периферической – расходятся веерообразно	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место, форма и образ жизни
Anthozoa. Коралловые полипы V-Q	Tabulatoidea. Табуляты €$_2$-P	Halysitida O_2-S	*Halysites* O_3-S *ПМ ТПУ*	Между кораллитами (чередуясь с ними) находятся трубочки прямоугольного или щелевидного поперечного сечения	Море нормальной солености. Колониальные. Прикрепленный бентос
			Catenipora O_3-S	Цепочечная колония из вертикальных кораллитов. В сечении овальные мелкие (1–2 мм)	
		Syringoporida O_2-P_1	*Syringopora* O_3-C 	Колония кустистая, из изолированных цилиндрических кораллитов. Кораллиты соединяются тонкими горизонтальными трубками. Табулы воронковидные	
	Heliolitoidea O_2-D_2	Heliolitida O_3-D_2	*Heliolites* D_{1-2}	Колонии разнообразной формы. Кораллиты трубчатые в сечении похожи на солнце 	

Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Anthozoa. Коралловые полипы V-Q	Tetracoralla. Четырехлучевые кораллы, Rugosa O-P	*Amplexus C* 	Одиночный коралл цилиндрической формы. Септы одинаковой длины, тонкие. Нет пузырчатой ткани, относятся к однозонным	Море нормальной солености, верхняя часть сублиторали. Одиночные. Прикрепленный бентос
		Caninia C-P_1 *http://images.yandex.ru*	Одиночный коралл, с морщинистой эпитекой. Имеются днища, пузырчатая ткань, столбики, септы. Длинные тонкие септы не от самого края и не доходят до центра	Море нормальной солености, верхняя часть сублиторали. Одиночные. Прикрепленный бентос
		Triplasma altaicus D_1 *ПМ ТПУ*	Одиночный коралл, короткие толстые септы расположены по краю	

Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Anthozoa. Коралловые полипы V-Q	Tetracoralla. Четырехлучевые кораллы, Rugosa O-P	*Lithostrotion* C_1 *http://images.yandex.ru*	Колониальный коралл. Колония массивная. Септы короткие чередуются с длинными, которые достигают столбика в центре	Море нормальной солености, верхняя часть сублиторали. Колониальные. Свободнолежащий бентос
		Lonsdaleia C-P 	Кустистая колония из изолированно стоящих субцилиндрических кораллитов	
		Calceola D $_{1-2}$ *«известковая туфелька»* *ПМ ТПУ*	Одиночный коралл, напоминающий носок туфельки.	Море нормальной солености, верхняя часть сублиторали. Одиночные. Свободнолежащий бентос

Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Anthozoa. Коралловые полипы V-Q	Hexacoralla. Шестилучевые кораллы T-Q	*Fungia* N-Q	Грибовидный коралл	Море нормальной солености, тропическое, разной глубины. Стеногалинные (актинии-пониженная соленость). Одиночные и колониальные. Бентос
		Cyclolytes K- P$_2$ 	Коралл дискоидальной или полусферической формы с уплощенной нижней стороной. Морщинистая эпитека хорошо развита в основании коралла и по бокам, но не доходит да чашечного края. В центре – щелевидная впадина. Септы пористые, образующие несколько циклов	
	Octocoralla. Восьмилучевые кораллы K-Q	*http://images.yandex.ru*	Море, нормальной солености, все глубины, Преимущественно колониальные. Прикрепленный бентос. Морские перья могут передвигаться	
Hydroconozoa. Гидроконозоа PZ-MZ			Скелет конической формы до 20 мм	Одиночные. Неподвижный бентос

Двусторонне-симметричные, или Трехслойные

К этой группе относят многоклеточных животных, обладающих тремя зародышевыми листками – эктодерма, энтодерма и мезодерма. Эктодерма дает начало покровным образованиям, в том числе и наружному скелету. Энтодерма способствует образованию пищеварительной системы. За счет мезодермы формируется внутренний скелет, кровеносная и др. системы. К двусторонне-симметричным относят первичноротых и вторичноротых животных, к которым принадлежат ниже рассмотренные типы.

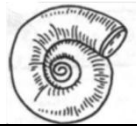
ТИП ANNELIDES. КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ V-Q

(лат. *annellus* – колечко)

Общая характеристика. Это одиночные обитатели морских, пресноводных водоемов и живущие в наземных условиях. Тело сегментировано. Хорошо развита пищеварительная, половая, мышечная, нервная, кровеносная, выделительная и дыхательная система.

Классификация. Выделяют два класса: Polychaeta (многощетинковые) и Oligochaeta (малощетинковые). Полихеты – в основном морские черви, они имеют наибольшее значение. Полихеты ползают по дну, сверлят горную породу, выделяют трубочку и поселяются в ней. Трубочки могут быть изогнутыми или спирально-завитыми.

Геологическое значение. Массовые скопления известковых трубочек рода *Serpula* образуют серпуловые известняки – серпулиты. Следы ползания червей и поедания грунта называют *биоглифы.* Огромную массу морского субстрата кольчатые черви пропускают через себя, тем самым обогащая осадок различными минеральными веществами. Черви обуславливают процесс *биотурбации* осадка.

Класс	Род	Характеристика рода	Место, форма и образ жизни
Polychaeta. Многощетинковые €-Q	*Serpula* S-Q *ПМ ТПУ*	Трубочки цилиндрические, изгибающиеся. Образуют скопления (известковую породу – серпулит)	Море нормальной солености, эвригалинные. Одиночные. Прикрепленный бентос
	Spirorbis O-Q 	Трубочки спирально-плоскостные, размер до 5 мм	

ТИП BRYOZOA. МШАНКИ O-Q

(греч. *bryon* – мох; *zoa* – животные)

Общая характеристика. Исключительно колониальные животные, прикрепленные, иногда подвижные обитатели нормально-морских, солоноватых и опресненных водоемов.

Размеры. Размеры зооидов микроскопические (до 1 мм), а колоний – 60 см или даже 3 м.

Строение скелета. Колонии мшанок кустистые, массивные, сетчатые (веерообразные, спиральные и др.), обрастающие. Известковый состав скелета характерен для морских мшанок, а органический – для пресноводных мшанок.

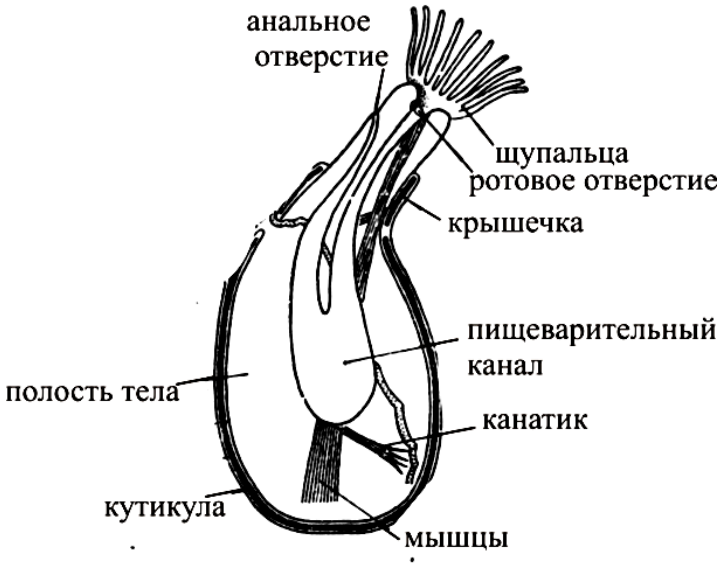


Рис. 19. Строение зооида

Колонии состоят из прутьев, соединенных друг с другом поперечными перемычками. На прутьях расположены микроскопические (менее 1 мм) ячейки (*автозоеции* и *гетерозоеции*), в которых имеются отверстия (устья). В ячейках находятся *зооиды (автозооиды* и *гетерозооиды),* выполняющие различные функции. Из устьев выдвигается наружу передняя часть зооида с щупальцами вокруг ротового отверстия. Автозоеции имеют разнообразную форму: колбовидную, боченковидную, цилиндрическую.

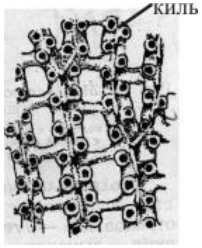
Состав скелета. Скелет у мшанок известковый.

Классификация. У автозоеций иногда имеется крышечка, закрывающая ротовое отверстие. Отсюда разделения типа на два класса: покрыторотые и голоротые.

Геологическое значение. Среди голоротых пять отрядов вымершие: Cystoporida O-P, Trepostomida O-T, Rhabdomesida O-P, Fenestellida O_2-P, Cryptostomida O_2-P. Мшанки важны для стратиграфического расчленения палеозойских отложений.

Мшанки имеют значение для палеогеографических реконструкций прошлых геологических эпох, в меньшей степени – для стратиграфии.

В палеозойских морях мшанки наряду с кораллами участвовали в рифообразовании. Фенестеллиды и криптостомиды образовывали известняки в палеозое, начиная с силура.

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Gymnolaemata. Голоротые O-Q	Fenestellida. Фенестеллида O_2-P	*Fenestella* S-P 	Колония сетчатая, веерообразная. Автозоеции расположены на прутьях в два ряда по обе стороны киля	Море различной солености. Колониальные. Прикрепленный бентос
		Polypora S-P	Колония сетчатая, веерообразная. На прутьях нет срединного киля, более чем два ряда ячеек	

ТИП BRACHIOPODA. БРАХИОПОДЫ €-Q

(греч. *brachis* – плечо; *pes* – нога)

Общая характеристика. Брахиоподы – одиночные, двусторонне-симметричные животные, преимущественно морские (иногда встречаются в солоноватоводных или опресненных бассейнах), имеющие двустворчатую раковину, ведущие придонный образ жизни. Внутренняя полость раковины разделена на две неравные части. Ближе к переднему краю расположена *мантийная полость с лофофором*. Лофофор – это две спирально свернутые руки (*брахиоли*), поддерживаемые ручным (*брахиальным*) аппаратом, который представляет собой известковые образования, прикрепленные к внутренней стороне спинной створки. У основания рук находится ротовое отверстие. Брахиоподы являются биофильтраторами, т. е. питаются, пропуская через свое тело ток воды со взвешенными частицами. Лофофоры должны постоянно поддерживать ток воды. Но они служат не только для собирания пищи, но и для дыхания. Кроме пищеварительной системы, у брахиопод имеются выделительная, нервная, половая и кровеносная системы.

Рис. 20. Продольный разрез раковины и мягкого тела брахиоподы (И.В. Михайлова, О.Б. Бондаренко, 2007)

Размеры. Размеры раковин изменяются от 0,1 до 40 см в длину, средние размеры 3–5 см.

Классификация. Наличие или отсутствие *замка* вместе с другими признаками положено в основу классификации брахиопод. Они разделены на два крупных класса: Articulata. Замковые €-Q и Inarticulata. Беззамковые €-Q.

Класс Inarticulata. Беззамковые €-Q

(лат. *in* – отрицание; *articulus* – сочленение)

Форма раковин беззамковых брахиопод бывает: язычковидная, округленно-овальная и др. Соотношение створок двояковыпуклое. Наружная поверхность раковин гладкая, иногда с линиями роста. Большинство беззамковых брахиопод прикрепляются к субстрату на морском дне или зарываются в грунт при помощи ножки, которая выходит между створками.

Состав раковин беззамковых брахиопод может быть хитиново-протеиновый, органически-фосфатный или известковый.

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Inarticulata. Беззамковые €-Q	Lingulida €-Q	*Lingula* S-Q *ПМ ТПУ*	Раковина хитиново-фосфатная, язычковидной формы. Створки слабовыпуклые, с тонкими концентрическими линиями нарастания. Раковина чаще имеет темный до черного цвет	Море различной солености. Выдерживают опреснение и загрязнение. Литораль, сублитораль до 100 м. Прикрепленный и зарывающийся бентос
		Obolus $€_2$-O_1 *http://school-collection.edu.ru*	Раковина фосфатная, округлой формы. Створки слабовыпуклые, с концентрическими линиями нарастания. Черный цвет обусловлен повышенным содержанием фосфата. Скопление раковин *Obolus* привело к образованию месторождения фосфора в оболовых песчаниках ордовика Прибалтики и Ленинградской области	Море. Прикрепленный бентос
	Craniida O-Q	*Crania* K-Q *«череп»* *http://school-collection.edu.ru*	Раковина известковая, округлая	Море, стеногалинные. До 450 м. Прикрепленный бентос (цементируются макушкой)

Класс Articulata. Замковые Є-Q

(лат. *articulus* – сочленение)

Форма раковин замковых брахиопод очень разнообразна: субтреугольная, субтрапециевидная, овальная, шарообразная и др. В строении раковин брахиопод выделяют *спинную и брюшную створки*. Отличительные особенности двух створок показаны ниже в таблице.

Отличия брюшной и спинной створок брахиопод

Признаки брюшной створки	*Признаки спинной створки*
Макушка лучше выражена, более загнута	Макушка выражена слабее
Имеется дельтирий или форамен	Отсутствует отверстие для ножки
Имеется два зуба	Имеется две зубные ямки
Иногда имеется синус	Иногда имеется седло

Соотношение створок может быть: двояковыпуклое, вогнуто-выпуклое, плоско-выпуклое, выпукло-плоское. Первое слово относится к спинной створке.

Рис. 21. Соотношение створок брахиопод:
с – спинная створка, б – брюшная створка
(И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко, 1997)

На брюшной створке имеется *синус* – продольное углубление, расширяющееся к лобному (переднему) краю. На спинной створке расположено *седло* – треугольное возвышение. Скульптура раковин замковых брахиопод различная. Ребра могут быть радиальные и концентрические, сочетание их дает сетчатую скульптуру, у некоторых родов присутствуют шипы.

Рис. 22. Схема строения раковины брахиопод (И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко, 1997, с дополнением)

В примакушечной части брюшной створки замковых брахиопод, в основании дельтирия иногда выступают два зуба, а на спинной – две ямки, благодаря чему осуществляется смыкание створок. Створки открываются и закрываются с помощью мускулов.

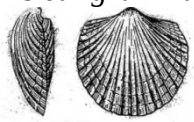
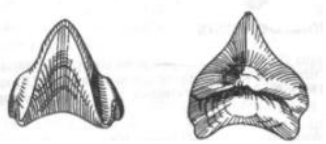
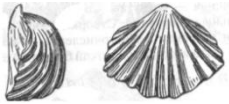
Отверстие для выхода ножки, расположенное на брюшной створке, называется *дельтирий* (если треугольное) или *форамен* (если округлое). Отверстие для ножки у некоторых отрядов зарастает одной или двумя пластинками, образуя *дельтидий.* Обычно имеются два зуба, могут присутствовать зубные пластины, а при срастании возникает *спондилий*. Перечисленные признаки положены в основу выделения подклассов и отрядов.

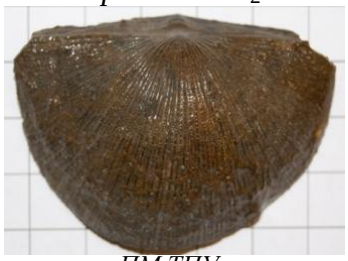
Состав раковин замковых брахиопод известковый.

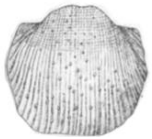
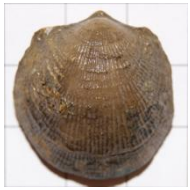
Геологическое значение. Вымершие отряды брахиопод имеют большое стратиграфическое значение для палеозойских отложений. Многие виды являются руководящими формами. По брахиоподам проведено зональное расчленение палеозойских отложений Алтае-Саянской складчатой области.

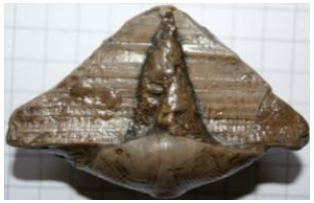
Поскольку палеозойские брахиоподы занимали мелководные участки морского дна, жили в теплых морях, они важны и для построения палеогеографических реконструкций прошлых геологических эпох. Крупные размеры раковин, грубая скульптура, хорошая сохранность ископаемых брахиопод позволяют делать выводы о небольшой глубине обитания (вероятно, не более 20–50 м), нормальной солености теплого моря.

Брахиоподы нередко поселялись на морском дне большими группами, образовывая целые скопления, которые называются *банки*. Наряду с другими ископаемыми, формировали органогенные постройки, что в дальнейшем привело к накоплению мощных толщ брахиоподовых известняков.

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Articulata. Замковые €-Q	Orthida (греч. *orthos* – прямой) €-P	*Orthis caligramma* O_1 	Створки слабо двояковыпуклые, округлой формы. Скульптура – резкие радиальные ребра, с осложненными линиями роста. Замочный край прямой	Море. Мелководье. Прикрепленный бентос
	Pentamerida (греч. *pente* – пять; *meros* – часть) $€_2$-D	*Conchidium* S *ПМ ТПУ*	Раковина резко неравностворчатая, двояковыпуклая. Макушка клювовидно загнута, замочный край изогнут. Четкие радиальные ребра. Срединная септа доходит до переднего (лобного) края	
		Zdimir D_2 *ПМ ТПУ*	Раковина похожа на род *Conchidium.* Отличия: ребра дихотомируют, в примакушечной части часто размыты. Срединная септа доходит до середины раковины, срезаясь к лобному краю	
	Rhynchonellida (греч. *rhynchos* – клюв; *ella* – уменьшительное окончание) O_2-Q	*Rhynchonella* J_3 	Раковина выпукло-вогнутая, со стороны макушки – треугольная. Макушка маленькая, сильно загнута. Резко выражены седло и синус. Радиальные складки, тонкие ребра	
		Camarotoechia D_{2-3} 	Раковина выпукло-уплощенная округлая, в области синуса от 3 до 5 ребер	

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Articulata. Замковые €-Q	Strophomenida (греч. *strophos* – согнутый; *menos* – месяц) $O-J_1$	*Strophomena* O_2-S  *ПМ ТПУ*	Раковина выпукло-вогнутая, вытянута в ширину. Замочный край почти прямой. Скульптура – тонкие радиальные ребра и линии нарастания	Море. Мелководье. Прикрепленный бентос
		Leptaena O_2-S *Ammonit.ru*	Раковина плоско- или вогнуто-выпуклая. Скульптура – грубые концентрические складки	
	Chonetida (греч. *chone* – чашка) O_3-P	*Rugosochonetes* C_1 *Ammonit.ru*	Раковина плосковыпуклая, вытянута в ширину, замочный край прямой. Наружная поверхность с радиальными струйками	Море. Мелководье. Свободнолежащий бентос

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Articulata. Замковые €-Q	Productida (лат. *productus* – продолженный) D-P	*Productus* C 	Раковина вогнуто-выпуклая, вытянута в длину, замочный край прямой. Скульптура: в примакушечной части сетчатая, затем радиальная, имеются следы от шипов, игл	Море. Мелководье. Свободнолежащий бентос
		Gigantoproductus C_1 *ПМ ТПУ*	Раковина крупная до 40 см в длину, вогнуто-выпуклая, замочный край прямой. Скульптура радиально-ребристая, грубая	
		Aulosteges P *ПМ ТПУ*	Раковина вытянута в высоту, резко неравностворчатая с выпуклой брюшной и плоской или слабовогнутой спинной створкой. Высокая треугольная арея, на ней находится дельтидий	
	Atrypida (греч. *a* – отрицание; *trypa* – отверстие) O_2-D	*Atrypa* S-D  *ПМ ТПУ*	Раковина выпукло-плоская, округлая. Скульптура сетчатая (радиальные ребра пересекаются с линиями нарастания), замочный край изогнутый. Имеется небольшой форамен	Море. Мелководье. Прикрепленный бентос

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Articulata. Замковые €-Q	Spiriferida (лат. *spira* – изгиб, спираль; *fero* – нести) O_2-J_1	*Acrospirifer cheehiel* D_2g *ПМ ТПУ*	Раковина округло-треугольная. Низкая арея, замочный край прямой. Скульптура из 6–7 грубых ребер. Хорошо выражены гладкие седло и синус	Море. Мелководье. Прикрепленный бентос
		Syringothyris C_1  *ПМ ТПУ*	Очень высокая арея, на которой расположен дельтирий. Скульптура – много мелких ребер. Синус и седло гладкие	
		Choristites mosquensis C_2m *ПМ ТПУ*	Раковина округлая, субтрапециевидная. Низкая арея. Много мелких ребер, в том числе на синусе и седле	
		Spirifer C *ПМ ТПУ*	Раковина округлая. Открытый треугольный дельтирий. Возможно, ножка, выходя из дельтирия, разделялась на две части и расходилась в разные стороны	

Класс	Отряд	Род	Характеристика рода	Место и образ жизни
Articulata. Замковые €-Q	Athyridida (греч. *a* – отрицание; *thyris* – щит) O_2-J	*Athyris* D-C_1 *ПМ ТПУ*	Раковина двояковыпуклая, овальной формы, замочный край изогнутый. Скульптура – тонкие линии роста. Имеется форамен	Море. Мелководье. Прикрепленный бентос
	Terebratulida (лат. *terebratus* – просверленный). D-Q	*Stringocephalus* D_2 *ПМ ТПУ*	Раковина крупная, гладкая, почти шарообразная. Макушка брюшной створки клювовидно загнутая. Форамен под макушкой	
		Terebratula ₽-N *ПМ ТПУ*	Раковина удлиненно-овальная, гладкая, с линиями нарастания. Форамен в макушке	

Признаки отличия отрядов брахиопод

Класс	П|кл	Признаки / Отряды	Время	Замок	Габитус (форма раковины)	Соотношение створок	Наличие: ареи	Наличие: седла, синуса	Наличие: срединной септы	Наличие: дельтирия форамена	Скульптура	Замочный край	Брахиальный аппарат
Inarticulata		Lingulida	€-Q	-	язычковидная	слабо двояковыпуклое	–	–	–	–	линии роста	изогнут	–
Articulata	Orthata (€-Q)	Orthida	€-P	+	овальная	плоско-выпуклое	+	–	–	Δ	радиальная	прямой	крючковидный
		Pentamerida	$€_2$-D	+	удлиненно-овальная	сильно вздутые двояковыпуклое	–	–	+	Δ	ребристая, грубая	изогнут	петлевидный
		Rhynchonellida	O_2-Q	+	различная	двояковыпуклое	+	резко выражены	+	O	радиальная	изогнут	крючковидный
	Strophomenata (O-J)	Strophomenida	O-J_1	+	округленно-овальная, плоская	вогнуто, реже выпукло-вогнутое	+	–	–	Δ	радиально-тонкая	почти прямой	отсутствует
		Chonetida	O_3-P	+	вытянута в ширину	плосковыпуклое	узкая	–	слабая	Δ	тонкие радиальные ребра	прямой	отсутствует
		Productida	D-P	+	различная	вогнуто-выпуклое	–	+ –	–	Δ	радиальная, сетчатая	прямой	крючковидный
	Spiriferata (O_2-J)	Atrypida	O_2-D	+	округлая	выпукло-плоское	–	–	–	O	радиально-сетчатая	изогнут	спирально-конический
		Spiriferida	O_2-J_1	+	субтреугольная, субтрапецивидная субромбическая	двояковыпуклое	хорошая	+	–	Δ	радиально-ребристая	прямой	спирально-конический
		Athyridida	O_2-J	+	линзовидно-овальная	двояковыпуклое	+	+	–	O	концентрическая		спиральный
	Terebratulata (D-Q)	Terebratulida	D-Q	+	шарообразная, клювовидная макушка	двояковыпуклое	+ –	–	–	O	линии роста	изогнут	петлевидный

ТИП ARTHROPODA. ЧЛЕНИСТОНОГИЕ V-Q

(греч. *arthron* – сочленять; *pes* – нога)

Общая характеристика. Это самый многочисленный тип из беспозвоночных. К нему принадлежат современные крабы, раки, скорпионы, пауки, насекомые, клещи и вымершие трилобиты. Представители типа обладают пищеварительной, нервной, кровеносной, дыхательной, половой, мышечной, выделительной системами. Развита пара простых или сложных глаз. Сложные (фасеточные) глаза состоят из множества (до 30 000) хрусталиков. Для большинства членистоногих характерно сбрасывание панциря (линька). Мягкое тело растет в короткие промежутки времени, пока новая наружная оболочка тела не затвердеет и не превратится в панцирь.

Классификация типа. Тип Arthropoda подразделяется на четыре подтипа: трилобитообразные, ракообразные, хелицеровые, трахейные.

Подтип Trilobitomorpha. Трилобитообразные
Класс Trilobita. Трилобиты PZ

(лат. *tri* – три; греч. *lobos* – доля)

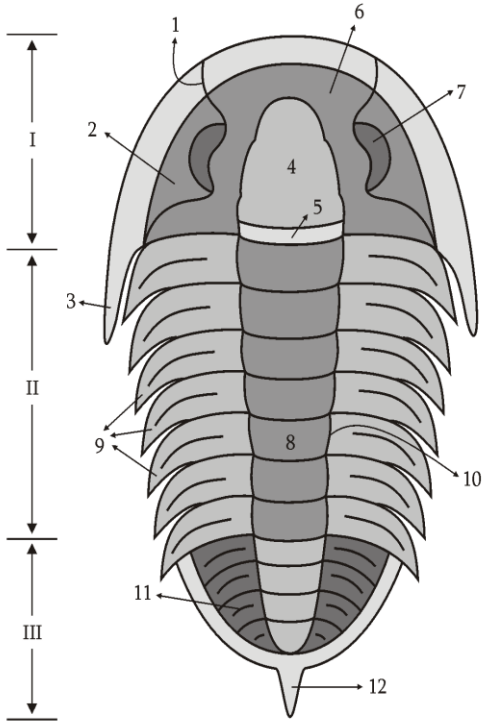
Трилобиты – это морские, одиночные, двусторонне-симметричные животные.

Строение скелета. Панцирь трилобита разделен вдоль на три части: головной отдел (*цефалон*), туловищный (*торакс*), хвостовой отдел (*пигидий*); и поперек: осевая часть (*рахис*), две боковые (*плевры*).

Головной отдел (*цефалон*) имеет трапециевидную, округлую, овальную и другие формы. Центральная часть головного отдела (*глабель*) является продолжением рахиса и возвышается над цефалоном. Глабель также может иметь различную форму: шаровидную, бочонкообразную, грушевидную. В основании глабели часто имеется *затылочное кольцо*. Боковые части головного щита – *щеки*, на которых расположены глаза. Через щеки проходили *лицевые швы*, которые разделяли щеки на подвижные и неподвижные. Щеки могут быть закругленными или заканчиваться щечными шипами. У некоторых трилобитов глаза были расположены на «стебельках». Иногда вокруг головного щита имелась уплощенная краевая кайма – *лимб.* Туловищный отдел (*торакс*) содержал от 2 до 44 туловищных сегментов. В осевой части сегменты приподняты, а по бокам уплощены. Иногда каждый сегмент заканчивался краевым шипом. Рахис гладкий, либо несет осевые шипы. Снизу от каждого сегмента отходит пара раздвоенных конечностей. Верхняя ветвь служила для плавания и дыхания, а нижняя – для передвижения. Хвостовой щит (*пигидий*), как и туловищный, иногда был округлый, а иногда сегментированный. Сегменты заканчивались двумя или множеством хвостовых шипов.

Состав скелета. Трилобиты имели наружный хитиновый панцирь, пропитанным карбонатом кальция. Одна особь трилобита в течение своей жизни линяла до 30 раз. Поэтому в ископаемом состоянии чаще встречается панцирь трилобита по частям, и одна особь может быть представлена несколькими панцирями, отвечающими разным стадиям онтогенеза.

Геологическое значение. Трилобиты – важнейшая группа для биостратиграфии нижнепалеозойских отложений. Многие трилобиты являются руководящими формами. Как обитатели морского мелководья, они помогают при палеогеографических реконструкциях. Большого породообразующего значения не имеют, хотя иногда встречаются трилобитовые известняки.



I – головной щит (цефалон). Глабель вместе с неподвижными щеками образовывали *кранидий*;
II – туловищный отдел (торакс);
III – хвостовой отдел (пигидий).

1 – лицевой шов;
2 – подвижная щека;
3 – щечный шип;
4 – глабель;
5 – затылочное кольцо;
6 – неподвижная щека;
7 – глаз;
8 – рахис (осевая часть);
9 – плевры (боковые части панциря);
10 – спинная борозда;
11 – хвостовые сегменты;
12 – хвостовой шип (тельсон).

Рис. 23. Строение панциря трилобита
(*http://ru.wikipedia)*

Рис. 24. Типы лицевых швов: переднещечный, заднещечный и угловощечный соответственно (Михайлова, Бондаренко, 1997)

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Trilobita. Трилобиты PZ	Miomera. Малочлени-стые €-O	Agnostida €-O	*Agnostus* $€_3$ *http://sabrinasauer*	Панцирь до 1,3 см в длину с двумя сегментами в туловищном отделе и равновеликими головным и хвостовым отделами	Море. Илистый грунт. Сублитораль. Пелагический образ жизни
	Polymera. Многочле-нистые €-P	Redlichiida $€_{1-2}$	*Paradoxides* $€_2$ *ПМ ТПУ*	Панцирь крупный до 30 см в длину. Глабель цилиндрической формы. Лицевые швы заднещечного типа. Большой головной щит с краевой каймой и длинными щечными шипами. Маленький хвостовой щит с длинными шипами	Море. Подвижный бентос

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Trilobita. Трилобиты PZ	Polymera. Многочленистые €-P	Corynexochida €	*Olenoides* $€_2$ *http://fossil.net*	Панцирь крупный, до 9 см в длину. Глабель боченкообразная, сильно выпуклая, часто с тремя характерными бороздками. Лицевые швы заднещечного типа. Хвостовой щит сегментирован. Вокруг пигидия шипы одинаковой длины	Море. Подвижный бентос
		Ptychopariida $€_2$ -P	*Asaphus* O_{1-2} *«неясный»* *http://fossil.net*	Панцирь средних размеров до 12 см в длину. Хвостовой и головной отделы равновеликие. Глабель грушевидной формы, гладкая. Глазки располагались на стебельках. Имеется 8 туловищных сегментов. Лицевые швы заднещечного типа. Рахис хвостового щита сегментирован	Море. Подвижный бентос, зарывались в ил, выставляя наружу стебельчатые глаза
			Illaenus O *«косоглазить»*	Панцирь средних размеров (до 6 см). Гладкие головной и хвостовой отделы. Торакс состоит из 10 туловищных сегментов. Лицевые швы заднещечного типа. Глабель почти не выражена. Глаза узкие, дуговидные, смещены на боковые стороны цефалона. Хвостовой отдел полукруглый, гладкий, с едва намечающимся рахисом	Море. Подвижный бентос

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Trilobita. Трилобиты PZ	Polymera. Много-членистые €-P	Ptychopariida €$_2$-P	*Trinucleus* O_{1-2} *«трижды ядерный»* *http://fossil.net*	Панцирь небольшой до 2 см в длину. Вокруг головного щита широкая краевая кайма, инкрустированная бугорками, оканчивается длинными щечными шипами, выходящими за пределы панциря. Туловищный отдел состоит из 6 сегментов. Глаза и лицевые швы отсутствуют	Море. Подвижный бентос, возможно планктон
			Bronteus (*Scutellum*) D *http://fossil.net*	Панцирь до 10 см. Головной щит полукруглый, вытянут в ширину. На глабели три пары бороздок. Лицевые швы заднещечного типа. Хвостовой щит с веерообразно расходящимися широкими ребрами. На панцире многочисленные бугорки	Море. Подвижный бентос
			Phillipsia C_1 *http://www.cmpb.net*	Панцирь около 2,5 см, с зернистой поверхностью. Головной и хвостовой щиты равны. Туловищный отдел состоит из 9 сегментов. Лицевые швы заднещечного типа. Крупная глабель цилиндрической формы. Затылочное кольцо отчетливое. Большие глаза приближены к глабели. Осевая и плевральные части одинаковой ширины	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Trilobita. Трилобиты PZ	Polymera. Много-членистые €-P	Phacopida O-D	*Phacops* S-D *«чечевица, глаза»* *http://fossilmuseum.net*	Панцирь до 10 см в длину. Головной щит округлой или субтрапециевидной формы бугорчатый. Лицевые швы переднещечного типа. Шизохроические (фасеточные) глаза расположены у края головного щита	Море. Плавающий образ жизни
			Dalmanites O-D_1 *http://fossilmuseum.net*	Панцирь средних размеров до 7 см в длину. Головной отдел округлой формы с краевой каймой, длинными щечными шипами, примыкающими к тораксу. Лицевые швы переднещечного типа. Хвостовой щит сегментирован с краевой каймой с длинным тельсоном	Море. Подвижный бентос

Подтип Crustaceomorpha. Ракообразные €-Q

(лат. *crustaceus* – имеющий раковину или корку)

Ракообразные являются обитателями морских, солоноватоводных и пресноводных бассейнов. Дыхание осуществляется жабрами (название второго подтипа – **Branchiata**).

Классификация. К высшим ракообразным относят – раки, крабы, омары, лангусты. К низшим ракообразным, которые часто остаются в ископаемом состоянии, относят остракоды, филлоподы (конхостраки) и усоногие рачки.

Класс Phyllopoda. Листоногие рачки D-Q

(греч. *phyllon* – лист, *pes* – нога)

(конхостраки)

Общая характеристика. Тело рачка заключено в двустворчатую раковину.

Размеры. Раковины преимущественно мелкие, иногда до 3 см.

Состав раковины филлопод. Тонкая хитиновая.

Класс Ostracoda. Остракоды

(греч. *ostracon* – раковина, панцирь),

или Ракушковые рачки €-Q

Общая характеристика. Остракоды представляют собой мелких, специализированных ракообразных.

Строение раковины остракод. Раковина микроскопических размеров, тонкая, прозрачная, известкового состава, представляет собой две створки, которые закрывали тело рачка, сидевшего внутри. Раковина может быть гладкой или со скульптурой. Створки соединяются вдоль верхнего смычного края с помощью связки. Одна из створок обычно больше другой.

Рис. 25. Класс Ostracoda €-Q

Геологическое значение. Остракоды играют огромное значение для биостратиграфии нефтегазоносных отложений палеозоя и мезозоя и для стратиграфии четвертичных отложений. Большие скопления остракод слагают известковые породы.

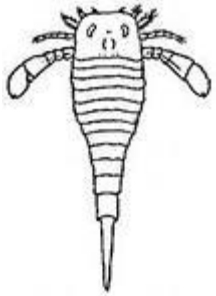
Класс Cirripedia

(лат. *cirrus* – усики; *pes* – нога)

Усоногие рачки €-Q

Общая характеристика. Группа ракообразных, перешедших к прикрепленному образу жизни. Тело рачка заключено в известковые пластины, образующих домик с плоским основанием, опирающийся на кожистый стебель (морские уточки, *Lepas*).

Подтип	Класс (отряд)	Род		Место и образ жизни
Crustaceomorpha. Ракообразные €-Q	Phyllopoda. Листоногие рачки D-Q (конхостраки)		Створки равной величины до 3 см. Имеются полосы роста, т. е. они **не сбрасывали раковину**	Пресные и солоноватоводные бассейны. Подвижный бентос
	Ostracoda. Ракушковые рачки €-Q	*Leperditia* S-D *http://fossilmuseum.net*	Раковина микроскопическая двустворчатая гладкая, нет линий нарастания, т. е. они линяли (до 9 раз)	Морские, солоноватоводные, гиперсоленые, пресноводные бассейны. Подвижный бентос, планктон
	Cirripedia. Усоногие рачки €-Q	*Balanus* ₽$_2$-Q *«морской желудь»* *http://fossilmuseum.net*	Рачок строит толстостенный известковый домик, внутри которого прикреплен спиной к его основанию. Шесть пар усиков	Морские и солоноватоводные. Супралитораль – ультраабиссаль. Прикрепленный бентос, псевдопланктон

Подтип	Отряд	Род		Место, форма и образ жизни
Хелицеровые Класс Merostomata. Меростомовые €-Q	Эвриптероидеи O-P	*Eurypterus* S_2-D_1 	Хитиновый панцирь до 2 м (чаще 30 см). Головогрудь несегментирована. Шесть пар конечностей. Первая пара конечностей – хелицеры очень короткая. Имелось две пары глаз	Пресные и солоноватоводные водоемы. Ползали по дну, плавали в придонной части
	Мечехвосты	*Limulus Q* *http://fossilmuseum.net*	До 60 см	Море, мелководье. Подвижный бентос
Подтип Трахейные Insecta. Насекомые D-Q		*ПМ ТПУ*	Покрыты хитиновой оболочкой – кутикулой. Дыхание трахейное	Суша, пресные водоемы, редко море, воздух

ТИП ECHINODERMATA. ИГЛОКОЖИЕ €-Q

(греч. *echinos* – еж; *derma* – кожа)

Общая характеристика. Иглокожие – это морские, стеногалинные, одиночные животные.

Классификация. Среди современных иглокожих выделяют пять классов: морские звезды, морские ежи, морские лилии, голотурии и офиуры.

Строение иглокожих**.** Отличительной особенностью типа является наличие пятилучевой симметрии и амбулакральной (воднососудистой) системы. Пятилучевая симметрия хорошо видна у морских звезд. У морских ежей проявлена в наличии пяти амбулакральных и межамбулакральных полей, а у морских лилий число рук всегда кратно пяти. В расположении амбулакральной, кровеносной, нервной и половой системах также наблюдается пятилучевая симметрия.

Состав скелета**.** Известковый скелет у иглокожих внутренний – множество пластинок, сочлененных между собой, сверху покрыты кожицей.

Подтип Crinozoa €-Q

Класс Cystoidea. Морские пузыри O-D

Полностью вымерший класс, самый первый и примитивный из иглокожих, давший начало другим иглокожим.

Рис. 26. Схема строения морских пузырей

Строение скелета морских пузырей. Известковый скелет состоял из *стебля, чашечки* и редко *брахиолей* (рук). Чашечка (размером 2–8 см) имела шарообразную, овальную или грушевидную форму. Ротовое отверстие находилось в центре верхней стороны. Анальное отверстие, расположенное сбоку, было прикрыто пятиугольной *анальной пирамидкой***.** Брахиоли находились в непосредственной близости от ротового отверстия. Редко в ископаемом состоянии сохраняются стебель и брахиоли.

Геологическое значение. Имеют важное стратиграфическое значение для ордовикских отложений. Кроме того, цистоидеи – индикаторы нормально-морского палеобассейна, сублиторальной зоны моря. Нередко образовывали целые поселения, которые сформировали эхиносферитовые известняки.

Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cystoidea. Морские пузыри O-D	Rhomboporita. Ромбопоровые O-D	*Echinosphaerites* O_{2-3} *http://fossilmuseum.net*	Чашечка шарообразной формы. Многоугольные таблички сочленены неподвижно	Море, стеногалинные. Прикрепленный или свободный бентос

Класс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Blastoidea. Морские бутоны S-P	*http://900igr.net*	Скелет состоял из чашечки, стебля и брахиолей	Море, стеногалинные. Прикрепленный бентос

Класс Crinoidea. Морские лилии O-Q

Размеры. Одни из самых крупных животных среди беспозвоночных.

Строение скелета**.** Скелет морской лилии состоит из *стебля, чашечки и рук* (число кратно пяти). Весь скелет образован многочисленными известковыми пластинками.

Стебель морских лилий сложен многочисленными члениками, соединенными между собой. Членики обладают радиальной симметрией. В сечении бывают округлые, пятиугольные, звездчатые.

Рис. 27. Строение морских лилий

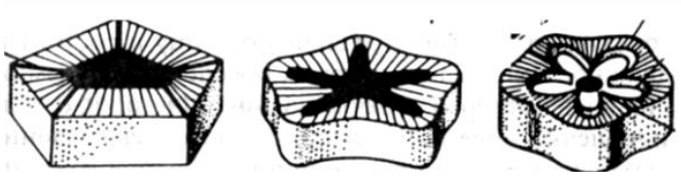
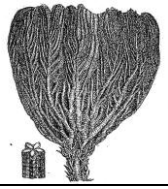
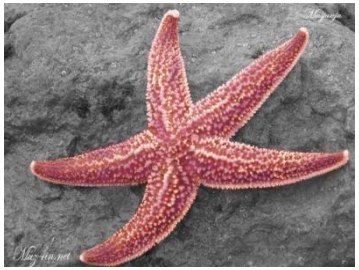


Рис. 28. Сечение стебля морских лилий

Рис. 29. Сечение стебля р. Pentacrinus (http://fossilmuseum.net)

Класс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Crinoidea. Морские лилии O-Q	*Cupressocrinus* D_2ef	Стебель в сечении четырехугольный. Круглый осевой канал. Чашечка низкая, полушаровидная, уплощенная, отделена от рук кольцом. Имеется 5 крупных рук, крона закрытая	Море, стеногалинные. Прикрепленный бентос
	Poteriocrinus D-P *ПМ ТПУ*	Стебель в сечении округлый. Осевой канал стебля круглый. Чашечка бокаловидная, трехрядная. Руки длинные, дважды дихотомирующие	
	Encrinus T_2	Стебель в сечении округлый. Центральный канал круглый. Чашечка средняя, крона закрытая. Имеется 10 рук. На каждой из рук наблюдается зигзагообразная бороздка	
	Pentacrinus MZ 	Стебель короткий, в сечении пятиугольный. Чашечка маленькая. Руки неоднократно ветвятся, образуя большую крону, снабжены пиннулами	

Подтип Asterozoa. Астерозоа O-Q

Класс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Asteroidea. Морские звезды O-Q	 *http://fossilmuseum.net*	Скелет состоит из табличек, образующих каркас.	Море, стеногалинные. Подвижный бентос
Ophiuroidea. Офиуры или змеехвостки O-Q	*http://fossilmuseum.net*		

Подтип Homalozoa Гомалозоа €-C

Класс		Диагностика рода	Место и образ жизни
Stylophora. Стилофоры €-C		Скелет состоит из чашечки с одним-двумя выростами. Отсутствие 5-лучевой симметрии	Море, стеногалинные. Свободный бентос

Подтип Echinozoa Є-Q
Класс Echinoidea. Морские ежи O-Q

Общая характеристика. Морские ежи – это подвижные, стеногалинные, правильной и неправильной формы (плоские, шатрообразные, конусовидные, шляпообразные, сердцевидные) иглокожие. Панцирь разделен на пять амбулакральных и пять межамбулакральных полей. На более узких амбулакральных полях находятся поры для выхода амбулакральных ножек. Широкие интерамбулакральные поля несут бугорки, на которые крепятся длинные и короткие иглы. У морских ежей просматривается переход от пятилучевой симметрии к двусторонней.

Строение морских ежей. Амбулакральная, или водно-сосудистая, система состоит из каменистого, кольцевого и пяти радиальных каналов. Вход воды в эту систему осуществляется через отверстия в *мадрепоровой пластинке (мадрепорит*). Вбираемая через нее вода поступает в каменистый канал (назван так потому, что стенки его пропитаны карбонатом кальция), затем в кольцевой канал, от которого отходят пять радиальных каналов. От радиальных каналов в стороны отходят веточки с пузырьками, в которых находится амбулакральная жидкость. Радиальные каналы заканчиваются щупальцами, которые выходят через отверстия. Для передвижения животное регулирует поступление воды в амбулакральную систему, что и приводит в движение щупальца – ножки животного. Амбулакральная система является слепой, осуществление с внешней средой происходит только через мадрепорит.

Амбулакральная система иглокожих выполняет не только функции движения, но и дыхания, осязания, светоощущения. Пищеварительная система сквозная, начинается с ротового отверстия, которое снабжено челюстным аппаратом («*аристотелев фонарь*» – это пять сочлененных зубов), и заканчивается анальным отверстием.

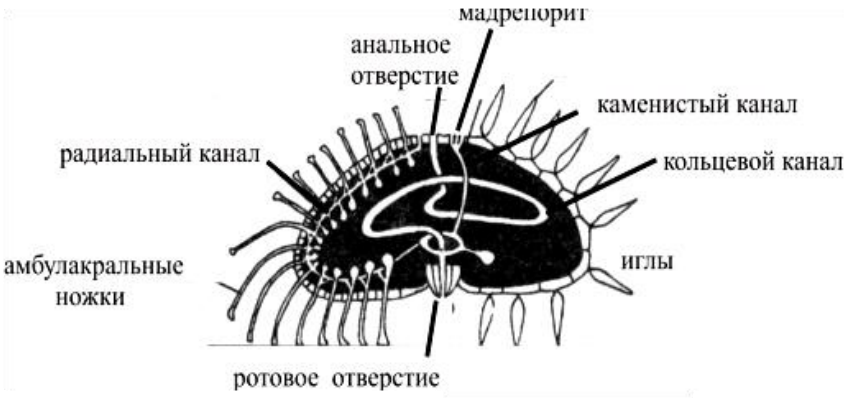


Рис. 30. Строение морского ежа

Геологическое значение. Морские ежи – руководящие формы для мезозоя и кайнозоя. Они являются обитателями морского мелководья, илистого грунта, поэтому помогают в восстановлении палеогеографических условий осадконакопления. Плоские формы рода Scutella показывают литоральную, или прибрежно-морскую, зону моря.

Отличия правильных морских ежей от неправильных

Правильные морские ежи	*Неправильные морские ежи*
Форма скелета шаровидная	Форма разнообразная: сердцевидная, шляпообразная, конусовидная и др.
Пятилучевая симметрия	Двусторонняя симметрия
Ротовое отверстие в центре нижней стороны, анальное диаметрально противоположно	Ротовое и анальное отверстия на нижней стороне
Челюстной аппарат расположен вертикально	Челюстной аппарат расположен наклонно или отсутствует

Древние морские ежи существовали O-P. Для них характерны:

- число пластинок в интерамбулакральном поле больше двух;
- панцирь гибкий, после гибели морского ежа распадался.

Геохронологический возраст новых морских ежей T-Q:

- правильные T-Q
- неправильные J-Q

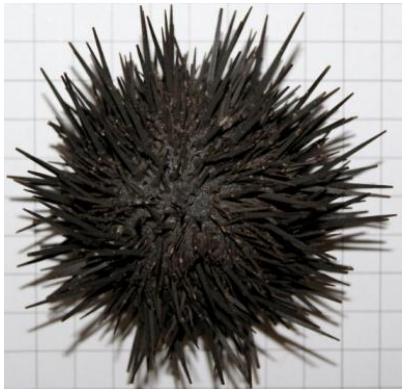
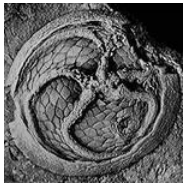


Рис. 31. Правильный современный морской ёж р. Cidaris (ПМ ТПУ)

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Echinoidea. Морские ежи O-Q	Perischoechinoidea. Перишэхиноидеи O-Q	*Cidaroida* S_2-Q *«копьеносные»*	*Cidaris* T_3-KZ *ПМ ТПУ*	Правильный морской еж. Панцирь шаровидный, уплощенный. Амбулакральные и межамбулакральные поля расположены меридионально. Диаметрально расположены р.о. и а.о.	Море, стеногалинные. Подвижный бентос
	Euechinoidea. Эуехиноидеи J-Q	*Spatangoida* J-Q	*Echinocorys* K_2-~~P~~$_1$	Неправильный морской еж. Шатровидной формы, двусторонне-симметричный. Сверху панцирь овальный. Смещены р.о. и а. о. Челюстной аппарат отсутствует	Море, стеногалинные. Вели малоподвижный образ жизни на мягких грунтах
			Micraster K_2-~~P~~$_1$ *ПМ ТПУ*	Неправильный морской еж. Сердцевидной формы. Панцирь двусторонне-симметричный. Ротовое отверстие щелевидное, смещено вперед по радиусу-амбулакру. Челюсти отсутствовали	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Echinoidea. Морские ежи O-Q	Euechinoidea. Эуехиноидеи J-Q	Clypeastroida K_2-Q	*Clypeaster* ~~P~~$_2$-Q *«песчаный доллар» ПМ ТПУ*	Неправильный морской еж, шляпообразной формы. Ротовое отверстие в центре нижней стороны, смещено а.о. Амбулакральные поля лепестковидные	Море, стеногалинные. Вели малоподвижный образ жизни на мягких грунтах
			Scutella KZ *ПМ ТПУ*	Неправильный, плоский морской еж. Радиусы-амбулакры петлевидные. Ротовое отверстие в центре нижней стороны, анус смещен на бок	Море, стеногалинные. Обитатель прибрежно-морской полосы
Edrioasteroidea. Эдриоастероидеи V-C_1			 *http://www.evolbiol.ru*	Тело округлой или округло-пятиугольной формы	Неподвижный бентос
Holothuroidea. Голотурии. Морские огурцы D-Q			*ПМ ТПУ*	Цилиндрической формы.	Различные глубины. Подвижный и зарывающийся бентос

ТИП MOLLUSCA. МЯГКОТЕЛЫЕ

(лат. *molluscus* – мягкотелый)

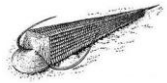
Общая характеристика. Мягкотелые, или моллюски – одиночные трехслойные первичноротые животные, обитающие в морях, солоноватоводных, опресненных и пресноводных бассейнах, а также на суше. Они распространены от тропических областей до крайнего севера. Моллюски составляют ясно обособленную группу, и уже больше ста лет назад их начали рассматривать как самостоятельный тип животных. В настоящее время насчитывается примерно 180 000 видов, в том числе около 50 000 ископаемых.

Мягкое тело моллюсков не сегментировано, у большинства из них тело состоит из головы, туловища и ноги. Нога представляет собой разросшуюся стенку туловища. Голова и нога есть не у всех представителей типа. Для моллюсков характерна твердая минеральная раковина (за редким исключением). Внутренние органы (мягкое тело моллюска) заключены в складку кожи – *мантию*, которая выделяет раковину в процессе роста. Начальная стадия развития моллюска (*онтогенез*) напоминает развитие аннелид (кольчатых червей), которые, вероятно, являются их предками.

Моллюски живут преимущественно в море, но двустворки и брюхоногие приспособились также к жизни в солоноватых и опресненных бассейнах. По способу питания выделяют формы растительноядные, хищные и падалееды. Одни моллюски собирают пищу активно и перетирают ее с помощью находящейся в глотке терки – радулы, а другие фильтруют воду и улавливают органические вещества, включая и разные микроорганизмы.

Классификация. На основе строения раковины и мягкого тела в типе выделяют восемь классов: Monoplacophora, Loricata, Scaphopoda, Tentaculita, Hyolita, Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda.

Моллюски, вероятно, произошли от кольчатых червей еще в докембрии. Сходные признаки: метамерность тела и схожесть некоторых внутренних органов на стадии эмбрионогенеза.

Класс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Monoplacophora. Моноплакофоры €-Q	*Neopilina Q* 	Раковина колпачковидная низкая гладкая с тонкими радиальными струйками роста. Макушка смещена вперед	Море. Подвижный бентос
Loricata. Панцирные $€_3$-Q	*Chiton* K_2-Q *http://fossilmuseum.net*	Подвижносочлененный овальный панцирь средних размеров. Состоит из 8 пластинок, черепицеобразно налегающих друг на друга	Моря различной солености, мелководье. Подвижный бентос, при необходимости присасываются
Scaphopoda. Лопатоногие O-Q	*Dentalium* T_2-Q *«морской зуб»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина длинная (более 2–3 см), трубчатая, дуговидно изогнутая, расширяющаяся на переднем конце	Море, стеногалинные. Зарывающийся образ жизни
Tentaculita. Тентакулиты S-P	*Tentaculites* S-D *http://fossilmuseum.net*	Раковины 5–30 мм, узкоконические, покрытые концентрическими ребрами. Поперечными перегородками раковина разделена на несколько камер. В отличие от головоногих моллюсков камеры тентакулитов не пронизаны сифоном	Море. Пелагические формы.
Hyolitha. Хиолиты €-P		Двусторонне-симметричные раковины конической формы. Устье закрывалось крышечкой	Море (?)

Класс Bivalvia. Двустворчатые моллюски Є-Q

(лат. *bi* – дважды; *valva* – створка)

К двустворчатым (пластинчатожаберным – Lamellibranchiata, или топороногим – Pelecypoda) относятся одиночные, двусторонне-симметричные, лишенные головного отдела животные. Мягкое тело их покрыто мантией и известковой раковиной, состоящей из двух створок. Нога у большинства бивальвий имеет клиновидную или топоровидную форму, но у некоторых представителей класса нога редуцирована.

Строение мягкого тела. Нога, удлиненное мускулистое образование, размещается на брюшной стороне туловища в передней части тела. Нога служит для ползания, зарывания или сверления, имеет килевидную («топорообразную»), языкообразную форму. У прикрепленных разновидностей бивальвий (*Ostrea, Mytilys, Inoceramus* и др.) нога отсутствует. Туловище располагается над ногой. В нем размещаются пищеварительная (ротовое отверстие, пищевод, желудок, кишечник, анус), кровеносная («сердце» и сосуды), упрощенная нервная, выделительная, половая системы. Все внутренние органы окружены кожистой оболочкой – мантией. Складки ее плотно прилегают друг к другу, формируя мантийную полость, которая сообщается с внешней средой только в определенных местах: на переднем конце тела существует отверстие для ноги, сзади расположены два *сифона* – нижний жаберный и верхний анальный, или выводной. Мантия, прирастая к внутренней поверхности раковины, образует *мантийную линию с изгибом (мантийным синусом*) в заднем крае. Глубина мантийного синуса связана с длиной сифонов и отражает глубину зарывания двустворки.

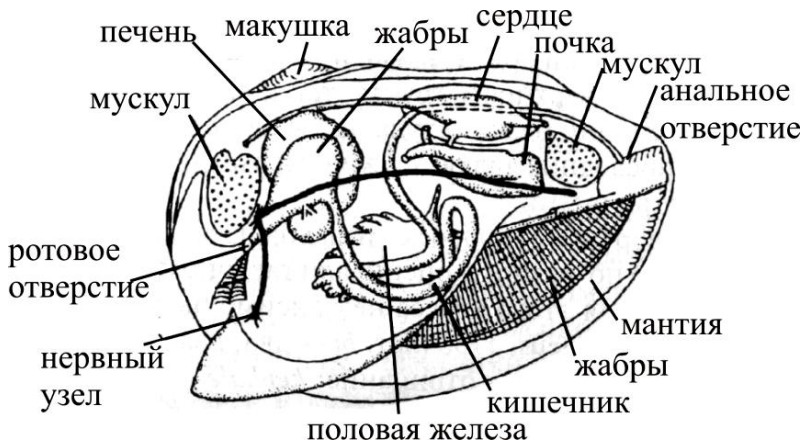


Рис. 32. Строение мягкого тела двустворки

Строение раковины. Раковина бивальвий состоит из двух створок. В каждой створке различают *макушку* – это начальная часть створки; *спинной или замочный край* – верхний; *брюшной край* – это нижний край раковины; *передний край* – определяют по наибольшему приближению макушки; *задний край* – определяют по положению мантийного синуса.

Створки называют *правой и левой*. Чтобы определить, какая створка правая, какая левая, раковину равностворчатого моллюска ориентируют макушкой вверх, задним концом тела к себе: тогда створка, что находится справа, будет правой.

Раковина может открываться и закрываться. Приоткрывание створок происходит благодаря упругости связки (она стягивает макушки створок), а закрывание производится *мускулами-аддукторами*, от которых остаются отпечатки на внутренней поверхности раковины. Прочность и постоянство направления смыкания обеспечивает замочный аппарат (*замок*), описание которого дается ниже.

Размеры раковин варьируют в широких пределах: от долей до тысячи миллиметров (современный род *Tridacna*). Величина раковины, толщина стенок, характер скульптуры могут служить косвенным доказательством благоприятных или неблагоприятных условий обитания.

Форма раковин разнообразная и является одним из основных диагностических признаков. Известны шаровидные или близкие к ним («сердцевидки»), овальные, ножевидные, округлые, треугольные и конусообразные (группа рудистов), уплощенные, дисковидные. Встречаются раковины сложной формы, представляющие собой комбинацию различных геометрических тел.

Рис. 33. Строение раковины

Рис. 34. Внутренняя скульптура раковины бивальвий

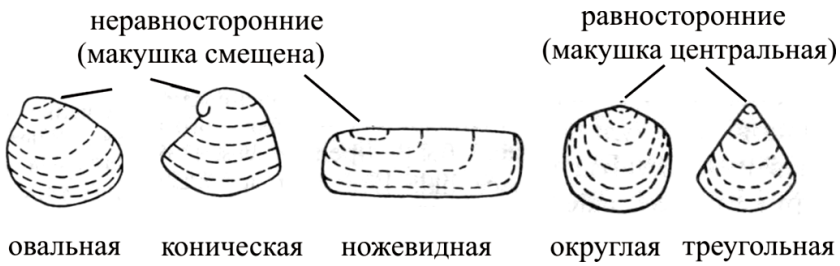


Рис. 35. Форма раковин двустворок (Михайлова, Бондаренко, 1997)

Раковины двустворок могут быть равносторонними и неравносторонними. *Равносторонними* называют створки, макушка которых равноудалена от переднего и заднего краев раковины.

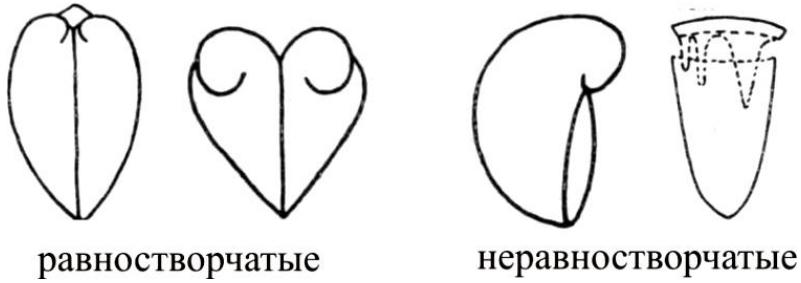


Рис. 36. Равностворчатые и неравностворчатые створки бивальвий (Михайлова, Бондаренко, 1997)

Двустворки бывают *равностворчатыми и неравностворчатыми*. Те из них, которые ведут прикрепленный образ жизни, имеют *неравностворчатые* раковины, например *Hippurites* K_2, *Diceras* J_3, *Inoceramus* J-K, *Ostrea* K-KZ и др. У равностворчатых двустворок, ведущих подвижный образ жизни, плоскость симметрии проходит между створками.

Наружная поверхность створок бывает гладкой, покрытой линиями нарастания или скульптированной. Скульптура главным образом радиальная, если ребра, складки, кили расходятся от макушки (*Arca* J_3-Q, *Pecten* ~~P~~$_2$-Q), и концентрическая – лучеобразно идущая параллельно брюшному краю (*Buchia* J_2-K_1, *Inoceramus* J-K, *Venus* ~~P~~$_2$-Q и др.). Реже встречается сетчатая скульптура.

Рис. 37. Скульптура створок бивальвий (Михайлова, Бондаренко, 1997)

Типы замков бивальвий. Замок, соединяющий створки, состоит из чередующихся выступов – *зубов* – и углублений – зубных ямок. Замок располагается вдоль спинного края, под макушкой. Зубы одной створки входят в соответствующие зубные ямки другой створки. Различают следующие типы замков:

1. Таксодонтный, или рядозубый, зубы которого имеют почти равные размеры и расположены в один ряд – прямой или изогнутый (род *Arca* J_3-Q).

2. Гетеродонтный, или разнозубый, в котором различают зубы основные (кардинальные) и боковые (латеральные) (род *Cardium* N-Q).

3. Схизодонтный, или расщепленнозубый, у которого один из кардинальных зубов раздвоен и покрыт насечками (роды *Trigonia* T_3-K_1, *Unio* J-Q).

4. Пахиодонтный, или толстозубый. Зубы не равны по величине и сильно утолщены.

5. Дисодонтный замок. Зубы совсем отсутствуют. Створки раскрываются при помощи связки, а захлопываются мускулом в случае опасности под действием нервного импульса (роды *Ostrea* K-Q, *Inoceramus* J-K, *Pecten* ~~P~~$_2$-Q и др.)

6. *Десмодонтный*, или *связкозубый*. Зубы отсутствуют. Под макушкой имеются выступы для крепления связки или поддержания внутренних органов.

Систематика ископаемых двустворок основана главным образом на особенностях строения замка. Выделяют от шести до десяти отрядов, из которых мы рассмотрим шесть, названных по соответствующим типам замка: Taxodonta, или рядозубые; Heterodonta, или разнозубые; Schizodonta, или расщепленнозубые; Pachyodonta, или толстозубые; Dysodonta, или беззубые; Desmodonta, или связкозубые.

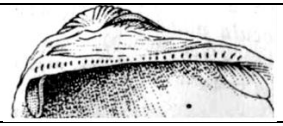
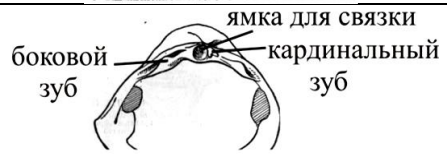
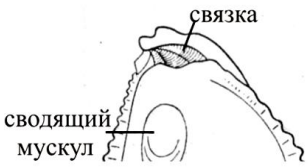
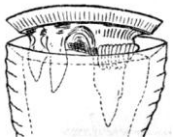
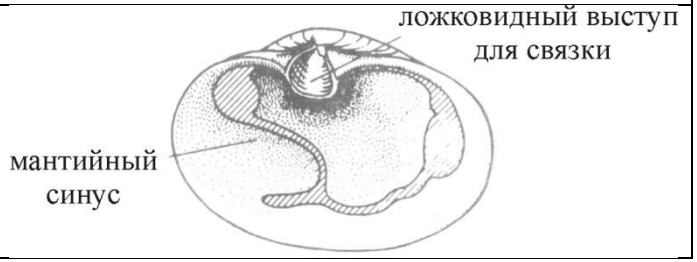
Геологическое значение. Как известно, особо важное стратиграфическое значение имеют роды и виды, просуществовавшие непродолжительное время и распространившиеся широко в пределах ареала обитания. Для расчленения и датировки палеозойских отложений бивальвии большой роли не играют по сравнению с другими ископаемыми.

В мезозое и кайнозое количество быстро эволюционировавших родов и видов значительно возрастает.

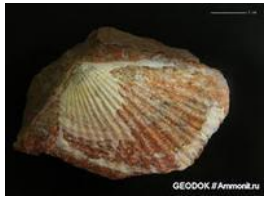
Для палеогеографических реконструкций важны размеры, степень сохранности раковин, характер их скульптуры, характер захоронения (тафономический анализ). Устричные банки, скопления рудистов свидетельствуют о небольших глубинах, нормальной солености моря. Самые крупные бивальвии, существующие в современных океанах, например Tridacna (1 м длиной), обитают на глубине от 5 до 15 м.

Породообразующее значение двустворок также достаточно велико. Имея известковую раковину, скопления двустворок впоследствии образуют ракушняковые известняки (зачастую вместе с гастроподами), устричные банки из таких родов, как Ostrea, Gryphea, Inoceramus и др. Рудисты поздней юры–мела участвовали в строении рифов. Так, *Hippurites* K_2 мог достигать до метра в высоту. Известняки служат хорошим строительным материалом и ловушками для нефти.

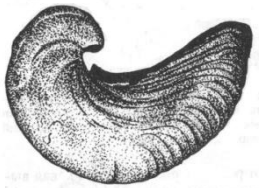
Типы замков бивальвий

Тип замка	Внешний вид
Taxodonta. Рядозубый	
Heterodonta. Разнозубый	
Schizodonta. Расщепленнозубый	
Dysodonta. Беззубый	
Pachyodonta. Толстозубый	
Desmodonta. Связкозубый	

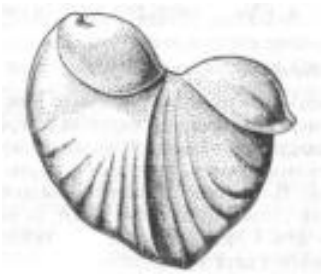
Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски €-Q	Taxodonta. Рядозубые €$_2$-Q *(http://fossilmuseum.net)*	*Arca* J_3-Q *«ящик, сундук, ковчег»*	Раковина равностворчатая, трапециевидная, скульптура радиальная. Замочный край равен длине раковины	Море нормально-соленое, скалистый грунт. Прикрепленный бентос (биссусом)
		Anadara K_2-Q 	Похож на род Arca, но отличается тем, что замочный край короче наибольшей ширины раковины. Края створки зазубрены	Море тропическое. Ползающий бентос
		Nucula K_2-Q *«орешек»*	Раковина маленькая округло-треугольная. Створки гладкие, с тонкой радиальной скульптурой	Море нормально-соленое. Зарывающиеся
		Nuculana T-Q 	Раковина маленькая, эллиптическая, с оттянутым задним краем. Может наблюдаться киль. Створки гладкие, с тонкой концентрической скульптурой	Море, стеногалинные. Зарывающиеся
		Cucullaea J-Q *«капюшон»*	Раковина средних и крупных размеров, с оттянутым задним краем и килем. Створки с тонкой радиальной струйчатостью	Море. Ползающий бентос

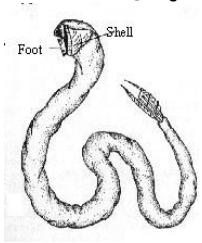
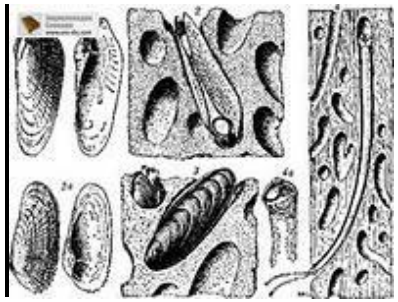
Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски Є-Q	Dysodonta. Беззубые O-Q *(http://fossilmuseum.net)*	*Monotis* T_3  *«один, ухо»*	Раковина средних размеров, удлиненно-овальная, с макушкой приближенной к переднему краю. Скульптура радиально-ребристая	Море. Прикрепленный бентос (биссусом)
		Inoceramus J-K *«подобно черепице»*	Раковина от равностворчатой до неравностворчатой. Створки толстые с резкой концентрической скульптурой	Море тропическое. Прикрепленный бентос (биссусом) или свободный бентос
		Buchia J_2-K_1 *в честь палеонтолога Буха*	Раковина маленькая округлая, вытянута в ширину, с тонкой концентрической скульптурой. Левая створка более выпуклая, с клювовидно загнутой макушкой	Море тропическое. Прикрепленный бентос (биссусом)
		Kolymia P 	Раковина средних и крупных размеров. Створки с толстым призматическим слоем, несущим резкую концентрическую скульптуру	

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски €-Q	Dysodonta. Беззубые O-Q *(http://fossilmuseum.net)*	*Ostrea* K-KZ *«устрица»*	Раковина средних и крупных размеров, с толстым пластинчатым слоем. Скульптура причудливой формы, разная	Море теплое. Прикрепленный цементацией бентос или свободный бентос
		Pecten P$_2$-Q *«морской гребешок»*	Раковина крупная, реже средних размеров, округлой формы с ушками. Наружная поверхность раковины с радиальными ребрами	Море теплое преимущественно нормальной солености. Хлопая створками могут передвигаться в придонной толще воды, иногда свободно лежат на дне, молодые формы крепятся биссусом
		Chlamis T-Q *«хламида-верхнее шерстяное платье греков»*	Похож на род *Pecten*, но отличается неодинаково развитыми ушками	

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски €-Q	Dysodonta. Беззубые O-Q	*Gryphaea* J  *«крылатый лев»*	Имеет сильно выпуклую левую створку с клювовидно загнутой центральной макушкой. Раковина гладкая или с пластинчатостью	Море. Свободно лежачий бентос
		Mytilus J_3-Q *«ракушка»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина гладкая удлиненно клиновидная. Внутренняя поверхность створок перламутровая	Море. Эврибионтные. Живут на глубинах 0–1450 м, различных грунтах. Прикрепленный бентос (биссусом)
	Schizodonta. Расщепленно зубые O-Q	*Unio* J-Q *«жемчужница»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина средних размеров, гладкая, равностворчатая, вытянута в длину, темно-зеленого и бурого цветов	Пресноводные
		Trigonia T_3-K_1 *«треугольник»* *ПМ ТПУ*	Раковина средних размеров, имеется *киль*, относительно которого по обе стороны разная скульптура: концентрическая и радиальная	Море. Подвижный бентос, может быть крепились биссусом

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски Є-Q	Heterodonta. Разнозубые S-Q *http://fossilmuseum.net*	*Cardium* N-Q *«сердцевидка»*	Раковина при взгляде со стороны имеет сердцевидную форму, маленьких и средних размеров, округлая с радиальными ребрами. Нижние края ребер иногда шиповатые	Море различной солености, эвригалинные, литораль-сублитораль. Подвижный бентос или зарывающийся
		Venus P$_2$-Q *«Венерина раковина»*	Раковина толстостенная, округленно-треугольная с концентрической скульптурой	Подвижный бентос или зарывающийся
		Solen N-Q *«нож»*	Раковина ножевидная, четырехугольная. Поверхность гладкая	Море, мелководье, песчаный грунт. Зарываются на глубину до 3 м
		Tellina K-Q *«песчанка»*	Раковина удлиненно-овальная. Поверхность гладкая	Море. Мелководье, песчаный грунт. Зарываются

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски €-Q	Pachyodonta. Толстозубые; Rudistae. Рудисты J_3-K	*Diceras* J_3 	Раковина крупная, с роговидно загнутыми макушками обеих створок	Море. Прирастали к субстрату. Иногда погружались в осадок
		Hippurites K_2 *«хвощ или хвост лошади» ПМ ТПУ*	Раковина конусовидная, неравностворчатая. Нижняя створка высококоническая, а верхняя – крышечковидная. Высота раковины иногда достигает 1 м	Море. Прикрепленный бентос

Класс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Bivalvia. Двустворчатые моллюски €-Q	Desmodonta. Связкозубые O-Q *http://fossilmuseum.net*	*Mya* ~~P~~$_3$-Q 	Раковина средних или крупных размеров, гладкая, овальных очертаний. Макушка почти центральная. Под макушкой правой створки имеется отчетливая ямка	Море циркумполярных районов. Литораль, верхняя сублитораль. Зарывающийся или сверлящий образ жизни
		Teredo J$_3$-Q  *«червь-древоточец»*	Раковина редуцирована, имеет значительно меньшие размеры, чем тело моллюска	Море. Литораль, верхняя сублитораль. Зарывающийся или сверлящий образ жизни
		Pholas K-Q *«камнеточец»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина средних размеров, удлиненно-эллиптическая заостренно сужающаяся на переднем конце.  Скульптура из шиповатых ребер	Море. Литораль, верхняя сублитораль. Зарывающийся или сверлящий образ жизни. Моллюск присасывается ногой к поверхности камня, поворачивая раковину вправо и влево вокруг ноги, используя передний заостренный конец раковины, как рашпиль а шиповатую скульптуру – как напильник. Фоллады не могут менять свое местообитание

Класс Gastropoda. Брюхоногие ~~C~~-Q

(греч. *gaster* – желудок, *pes* – нога)

Гастроподы – самый многочисленный класс в типе Mollusca, насчитывающий более 100 тысяч видов, ископаемых описано примерно 15 000 видов. Но палеозойские брюхоногие изучены слабо. Гастроподы обитают в самой различной обстановке: в морях нормальной солености, в опресненных, солоноватоводных, пресных водоемах и на суше от приполярных областей до тропиков. Размеры раковин варьируются от 0,1 до 300 мм. В Большом Барьерном рифе Австралии обнаружена раковина длиной 60 см. Мягкое тело заключено в цельную раковину различного вида: обычно спирально-коническую, реже спирально-плоскостную или колпачковидную. У некоторых брюхоногих раковина отсутствует. С внешней средой животное сообщается через устье (*апертура*). Устье у спирально-конических и спирально-винтовых раковин расположено справа, если раковину ориентировать макушкой вверх, а устьем к себе. Такие раковины называют правозавитые. Гораздо реже встречаются левозавитые раковины (*Spiratella* ~~P~~$_2$-Q).

Строение мягкого тела. Главная особенность гастропод в том, что мягкое тело сравнительно отчетливо разделено на три отдела:

- более или менее хорошо обособленную *голову* с парными щупальцами и глазами;
- кожно-мускульный висцеральный (внутренностный) мешок, или *туловище*;
- мускульную *ногу*, уплощенную снизу и приспособленную для ползания.

В ротовой полости есть язычок, покрытый огромным количеством роговых зубчиков – «терка», или *радула*. Служит для перетирания пищи.

Для гастропод характерна асимметрия мягкого тела и раковины. Внутренностный мешок занимает всю полость раковины и закручен вместе с ней в спираль. Нога гастропод втягивается внутрь раковины и закрывается *крышечкой* (известковой или роговой), располагающейся на задней части ноги. Крышка есть не у всех гастропод.

Среди гастропод встречаются как водные, дышащие жабрами, так и наземные виды, которые дышат легкими.

Строение раковины**.** Раковина гастропод состоит из трех слоев: наружный – органический, придающий разную окраску раковине; средний – призматический, состоящий из арагонита; внутренний – перламутровый, выделяемый мантией, присутствует не у всех гастропод. Раковина гастропод бывает четырех типов: в основном спирально-коническая («улитковидная»), реже спирально-плоскостная, колпачковидная и очень редко – спирально или червеобразно завитая (род *Vermetus* N-Q). В строении спирально-конической раковины различают: *макушку*, или *вершину* (начальная точка роста); *последний оборот*, которому принадлежит устье; *завиток*, или *протоконх*, – вся остальная часть раковины, расположенная между макушкой (вершиной) и последним оборотом. Линии между оборотами называются *шовными (шов)*. Скульптура раковины чрезвычайно разнообразна, но в целом это утолщение, выросты, шипы, ребра, параллельные или перпендикулярные шовным линиям. Раковина может быть и гладкая.

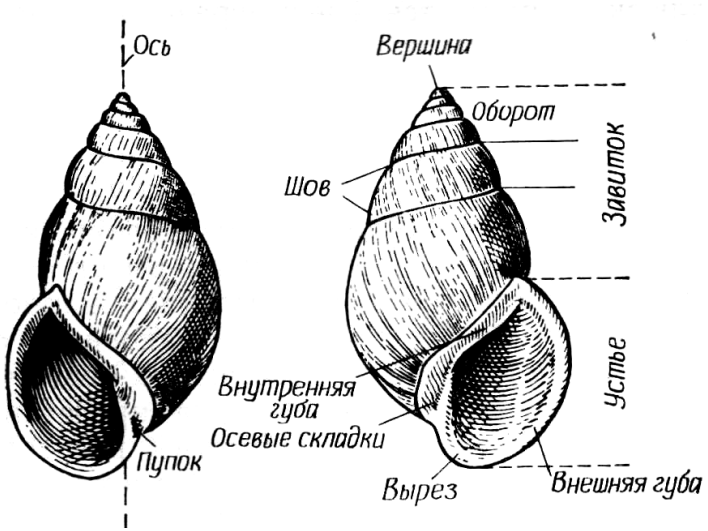


Рис. 38. Строение раковины гастропод (Полевой атлас…, 1955)

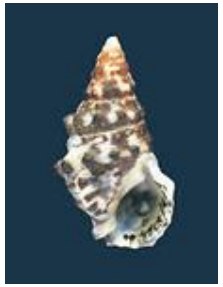
Устье может быть *голостомным* (*цельнокрайним)* (рода *Turritella, Lymnaea* и др.) или *сифоностомным* – вытянутым в трубку. Таким устьем обладают хищные (плотоядные) гастроподы, например род *Murex* KZ.

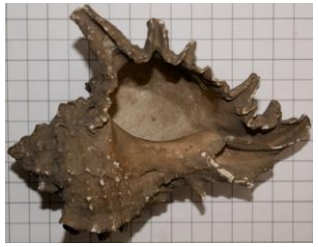
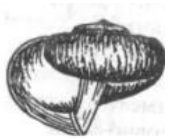
Классификация брюхоногих моллюсков основана на способе дыхания и расположения жабр относительно сердца. Выделяют три подкласса: Prosobranchia. Переднежаберные €-Q; Opistobranchia. Заднежаберные C-Q и Pulmonata. Легочные C-Q. Наиболее многочисленны и разнообразны переднежаберные, которые разделены на три отряда.

Геологическое значение. В стратиграфическом отношении гастроподы используются для установления возраста в основном кайнозойских отложений, так как именно в это время они достигли расцвета. В мезозое они встречаются реже, а для стратиграфии палеозоя их роль незначительна вследствие слабой изученности. Большое значение брюхоногие моллюски имеют для восстановления физико-географических условий, т. е. в палеогеографии. Это объясняется разнообразием условий их обитания. Иногда гастроподы создают значительные скопления после гибели и образуют птероподовые известняки и ракушечники.

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Gastropoda. Брюхоногие €-Q	Prosobranchia. Переднежаберные €-Q	Archaeogastropoda €-Q	*Bellerophon* S-T_1	Раковина бочонкообразная, спирально-плоскостная, с оборотами, перекрывающими друг друга. Устье широкое, округлое	Море. Ползали по дну
			Pleurotomaria J-K_1 *(Q?)* *«бокоразрезанный, раковина-миллионер»*	Раковина спиральнозавитая, коническая, с широким уплощенным основанием. Скульптура из спиральных ребер и бугорков. Развит перламутровый слой. В сред-ней части наружной губы длинная мантийная щель	Море (150–200 м) Малоподвижный бентос
			Haliotis K-Q *«морское ушко»*	Раковина ушкообразная, спиральнозавитая, имеет очень маленький невыступающий завиток и очень крупный последний оборот. Раковина гладкая, имеется киль, вдоль которого находятся отверстия	Море стеногалинные (0–30 м). Живут на скалах. Малоподвижные
			Euomphalus S-P_1 *http://fossilmuseum.net*	Раковина дисковидно-уплощенная, близкая к спирально-плоскостной форме. Обороты угловатые, образуют широкий завиток. Устье округленно-многоугольное	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Gastropoda. Брюхоногие €-Q	Prosobranchia. Переднежаберные €-Q	Archaeogastropoda €-Q	*Patella* ₽$_2$-Q *«морское блюдечко»*	Раковина колпачковидная. Скульптура четкая, радиально-ребристая	Литораль Малоподвижный бентос. Присасываются к поверхности валунов. Переползают в ночное время. Растительноядные
			Fussurella ₽$_3$-Q		
		Mesogastropoda O-Q *http://fossilmuseum.net*	*Vermetus* N-Q	Раковина «червеобразная». Начальный оборот закручен в правильную спираль	Море нормальной солености. Одиночные. Прикрепленный бентос
			Turritella K-Q	Раковина спиральнозавитая, высокая, башенковидная. Скульптура – спиральные ребра. Устье округлое. Высота завитка в несколько раз больше высоты последнего оборота	Малоподвижный бентос, литораль. Растительноядные

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Gastropoda. Брюхоногие €-Q	Prosobranchia. Переднежаберные €-Q	Mesogastropoda O-Q *http://fossilmuseum.net*	*Cerithium* K_2-Q  *«игольная улитка»*	Раковина спиральнозавитая, высокая, башенковидная. Скульптура с бугорчатыми осевыми валиками. Наружная губа утолщена на ней находятся складки	Море, сублитораль
			Natica KZ *«лунная улитка, пупочная улитка»*	Раковина толстостенная, гладкая яйцевидной формы. Последний оборот сильно вздут. Завиток незначительно выступает. Внутренняя губа с утолщением закрывающим пупок	Море нормальной солености, сублитораль. Подвижный бентос. Хищники
		Neogastropoda K-Q	*Rapana* ₽$_3$-Q *«rapax – хищный, жадный»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина толстостенная, спиральнозавитая, с невысоким ступенчатым завитком. Скульптура – спиральные ребра, бугорки. Хищники	Море Индо-Тихоокеанской провинции, Чёрное море с 40-х г. Подвижный бентос. Хищники

Класс	Подкласс	Отряд	*Род*	Диагностика рода	Место и образ жизни
Gastropoda. Брюхоногие €-Q	Prosobranchia. Переднежаберные €-Q	Neogastropoda K-Q	*Murex* KZ  «*шипастая улитка*» *ПМ ТПУ*	Раковина спиральнозавитая, веретеновидная. Скульптура резкая, часто с длинными шипами. В древности использовались для получения пурпурной краски	Моря теплые, нормальной солености. Подвижный бентос. Хищники
			Conus K? ₽$_2$-Q *http://fossilmuseum.net*	Раковина спиральнозавитая, коническая с низким завитком и очень большим последним оборотом. Устье шелевидное. Поверхность гладкая	Море, тропики, верхняя часть сублиторали. Хищники. Ядовитые
	Opisthobranchia. Заднежаберные C-Q	Pteropoda Крылоногие KZ	*Spiratella* ₽$_2$-Q 	Раковина маленькая, до 2 мм, гладкая, с вдавленным протоконхом. Известковая. Левозавитая, состоящая из вздутых быстровозрастающих оборотов	Море арктическое. Планктон

Класс	Подкласс	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Gastropoda. Брюхоногие €-Q	Pulmonata. Легочные C-Q	*Planorbarius* ₽$_2$-Q *«катушка»*	Раковина тонкая, гладкая, спирально-плоскостная, асимметричная. Устье овальное	Пресноводные
		Lymnaea KZ *«прудовик»*	Раковина тонкая, гладкая, спиральнозавитая, с острой макушкой, веретеновидная, с большим последним оборотом. Обороты быстровозрастающие. Устье овальное, голостомное.	
		Helix N-Q «*улитка*»	Раковина тонкая, спиральнозавитая, шаровидная, с большим последним оборотом. Почти гладкая раковина с цветными полосами	Наземные

Класс Cephalopoda. Головоногие $Є_3$-Q

(греч. *kephale* – голова; *pes* – нога)

Головоногие – это морские стеногалинные двусторонне-симметричные животные с хорошо обособленной головой и самой высокоразвитой нервной системой среди беспозвоночных. Их часто называют приматами моря. Среди цефалопод известно 600 видов современных и около 10 000 ископаемых видов. Головоногих делят на наружнораковинных и внутреннераковинных. К современным наружнораковинным головоногим принадлежит род *Nautilus*, а внутреннераковинные представлены тремя отрядами: кальмары, каракатицы и осьминоги. Вымершие головоногие моллюски объединяют аммонитов, белемнитов, ортоцератоидей, эндоцератоидей и другие группы. Размеры мягкого тела современных кальмаров достигают 18 м: 6 м мешковидное тело с головой и 12 м щупальца. Раковины ископаемых аммонитов юрского периода в тропических морях достигали двух метров в диаметре.

Строение мягкого тела. Головоногие имеют двусторонне-симметричное мешковидное тело с хорошо обособленной головой. *Нога,* сросшаяся с *головой,* преобразована в *щупальца* и *воронку.* Воронка представляет из себя коническую трубку, которая одним концом сопряжена с мантией, а другим обращена во внешнюю среду. Через воронку из мантийной полости моллюск выбрасывает воду и движется реактивно задним концом тела вперед. Щупалец может быть до 100. Они расположены вокруг ротового отверстия. На щупальцах находятся присоски, с помощью которых животное удерживает добычу. У кальмаров имеются конхиолиновые крючочки ловчих рук – *онихиты*.

Цефалоподы по способу питания – хищники. В ротовой полости у них, как и у гастропод, расположена *радула* для измельчения пищи. Щупальца служат для передвижения, захвата пищи и защиты от врагов. Животные дышат жабрами, расположенными в мантийной полости.

Высокого уровня развития достигают нервная и кровеносная системы и органы чувств. Головные нервные узлы образуют подобие головного мозга, прикрытого сверху хрящевидной капсулой. Зрение головоногих стереоскопическое. Глаза гигантских кальмаров достигают 30 см, в то время как у кита всего 10 см. У некоторых современных цефалопод есть чернильный мешок, служащий для защиты.

Строение раковины. Раковина головоногих моллюсков может быть прямая, изогнутая или спирально-свернутая, двусторонне-симметричная, известковая, открывающаяся наружу устьем (апертурой). При опасности головной отдел вместе с щупальцами втягивается в раковину и закрывается *капюшоном*.

В раковине выделяется наружная сторона – *брюшная*, внутренняя – *спинная*, а также боковые стороны.

Все головоногие моллюски являются стеногалинными формами.

Рис. 39. Форма раковин головоногих моллюсков (Михайлова, Бондаренко, 1997)

Раковины головоногих моллюсков разделены на камеры перегородками (септами), которые бывают различных очертаний.

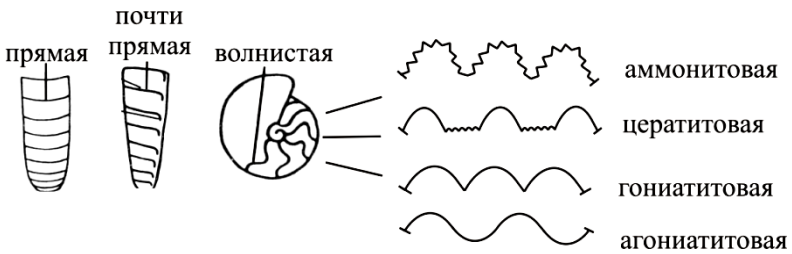


Рис. 40. Типы перегородочных (лопастных) линий головоногих моллюсков

Рассмотрим строение раковины на примере современного наружнораковинного моллюска рода *Nautilus*. Раковина, выделяемая мантией, представляет собой спирально-свернутую трубку, состоящую из нескольких оборотов, расположенных в одной плоскости. Обороты разделены септами (перегородками) на камеры. След от прикрепления перегородки к раковине изнутри называется *перегородочная (лопастная) линия*. Мягкое тело помещается в так называемой *жилой камере*, которая занимает примерно 1/3 последнего оборота. Остальные камеры заполнены жидкостью или газом. Они называются *гидростатические* и все вместе образуют *фрагмокон*. Количество жидкости в последних регулируется сифоном, что позволяет цефалоподам перемещаться в толще воды. От заднего конца мягкого тела протягивается тонкий кожистый тяж – *сифон*. У *наутилуса* сифон расположен в центре. В тех местах, где сифональная трубка проходит через перегородки, их края отгибаются назад, образуя короткие септальные трубки.

Систематика класса основана на строении раковины для ископаемых (вымерших) цефалопод и на строении мягкого тела для современных.

Класс Cephalopoda разделяют на семь подклассов: Nautiloidea $Є_3$-Q, Orthoceratoidea O-T, Endoceratoidea O, Ammonoidea D-K, Coleoidea D(?)C-Q, Actinoceratoidea O-C_2, Bactritoidea D-P. Рассмотрим первые пять из них, имеющих большое значение для стратиграфии.

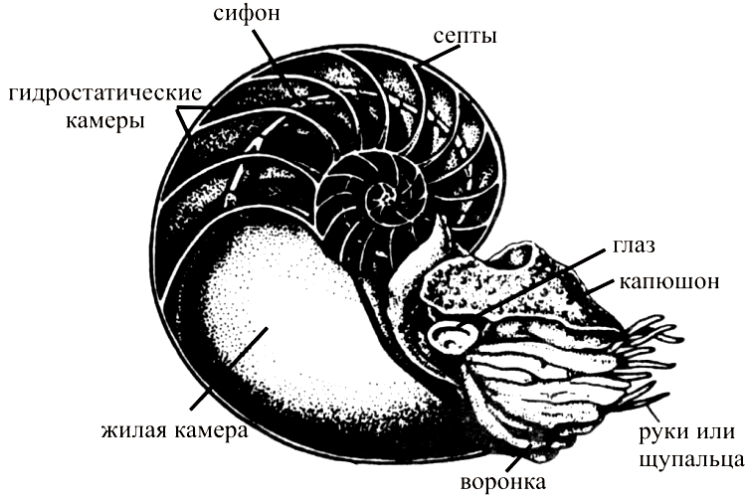


Рис. 41. Строение раковины современного наутилуса

Подкласс Наутилоидеи. Nautiloidea $Є_3$-Q (греч. *nautes* – моряк, народное название «кораблик»)

Раковина наутилоидей может быть прямая, согнутая, полуинволютная, псевдоинволютная, обычно гладкая, реже слабоморщинистая. Перегородочная линия почти прямая или в различной степени волнистая. Сифон центральный, иногда смещен к краю раковины. Септальные трубки короткие прямые или отогнуты назад. Характерный род – *Nautilus* $Р_3$-Q.

Подкласс Orthoceratoidea. Ортоцератоидеи O-T (греч. *orthos* – прямой; *keras* – рог)

Раковина прямая, иногда слабоизогнутая, длинно-коническая, в поперечном сечении круглая или овальная, достигающая до 1,5 м в длину. Поверхность раковины гладкая или с поперечной кольцеобразной и продольной скульптурой. Перегородочная линия прямая или слабоизогнутая. Сифон узкий, обычно расположен в осевой части раковины. Характерный представитель – род *Orthoceras* O_2.

Подкласс Endoceratoidea. Эндоцератоидеи O (греч. *endon* – внутри; *keras* – рог)

Раковины эндоцератоидей прямые с круглым, овальным или несколько иным поперечным сечением. Поверхность их гладкая или с кольчатой скульптурой. Размеры раковин разной величины до 3–4 м и даже 9,5 м в длину, диаметром до 15 см и более. Сифон широкий (до трети диаметра раковины), как правило, краевой, расположен преимущественно на брюшной стороне. Перегородки простые, перегородочные линии прямые или со слабыми изгибами. Время распространения – ордовикский период. Типичный представитель – род *Endoceras* O.

Подкласс Ammonoidea. Аммоноидеи D-K (*Ammon* – египетское божество со спирально скрученными рогами)

Аммоноидеи – очень важная для биостратиграфии группа ископаемых. Интенсивная эволюция, быстрое расселение в пределах ареала обитания, независимость от фаций, обусловленная пелагическим образом жизни, определила чрезвычайно важное значение аммоноидей как руководящих форм. Аммоноидеи применяются для региональных и межрегиональных корреляций, комплексы этих ископаемых положены в основу выделения не только ярусов, но и зон – наиболее дробных подразделений международной стратиграфической шкалы.

Раковина большинства аммоноидей двусторонне-симметричная, из нескольких оборотов, расположенных в одной плоскости, либо соприкасающихся друг с другом (*эволютная раковина*), или в различной степени каждый последующий оборот перекрывает предыдущий (*полуэволютные, полуинволютные и инволютные раковины*). Такие раковины называются *мономорфными,* т. е. с одинаковым типом прилегания оборотов. Меньшее количество аммоноидей строит *гетероморфную* раковину, тип расположения трубки бывает самый разный (*Turrilites* K_2, *Baculites* K_2, *Nipponites* K_2). Сифон узкий (небольшого диаметра), скульптура разнообразная.

Раковина аммоноидей состоит из начальной камеры (*протоконх*), далее следует *фрагмокон*, разделенный многочисленными перегородками на гидростатические (или *воздушные*) камеры, соединенные сифоном. Последняя сравнительно короткая часть раковины – *жилая камера*. По мере роста тело моллюска перемещалось вперед по трубке, надстраивая мантией переднюю приустьевую часть и оставляя позади себя перегородки (септы). Так возникали все новые гидростатические (воздушные) камеры.

Лопастная (*перегородочная) линия* – это линия срастания перегородок со стенкой раковины. В результате эволюции аммоноидей перегородочная линия все более усложнялась, возможно, это был способ самозащиты. Различают лопастные линии четырех типов: *агониатитовый* – с округлыми седлами и округлыми лопастями (D); *гониатитовый* – с округлыми седлами и заостренными лопастями (D-P); *цератитовый* – с цельными округлыми седлами и зазубренными рассеченными лопастями (C_3-T); *аммонитовый* – с рассеченными седлами и лопастями (J-K).

Рис. 42. Типы и эволюция лопастных линий аммоноидей

Подкласс Coleoidea. Колеоидеи D(?)**C-Q** (греч. *koleos* – ножны, футляр)

К этому подклассу относят высших головоногих моллюсков. К подклассу колеоидеи принадлежат разнообразные современные осьминоги, каракатицы, кальмары, а также вымершие белемниты, играющие важную роль для стратиграфии мезозойских отложений. Это активные хищники. Тело двусторонне-симметричное.

Отряд Belemnitida. Белемнитиды J-K (греч. *belemnon* – копье, дротик)

Это вымершие колеоидеи с внутренним скелетом, состоящим из трех частей: ростра, фрагмокона и проостракума. В ископаемом состоянии обычно сохраняется ростр. *Ростр* – это коническое, субцилиндрическое, сигароподобное образование, представляющее основную часть внутреннего скелета белемнитов. Заостренный конец является задним (по отношению к головному отделу). Ростр имеет кальцитовый состав, выделялся мантией. *Фрагмокон* – коническая раковина, разделенная перегородками на камеры. Располагался фрагмокон в *альвеоле* – углублении на переднем конце ростра. Первая камера фрагмокона – *протоконх* – имела шаровидную форму. *Проостракум* – это тонкая пластина, представляющая продолжение фрагмокона (редко сохраняется в ископаемом состоянии). Характерный представитель – род *Belemnitella* K_2.

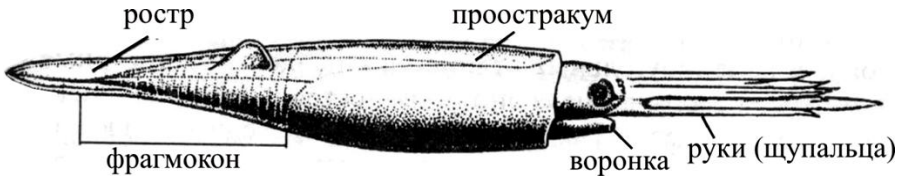
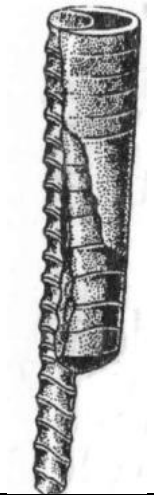


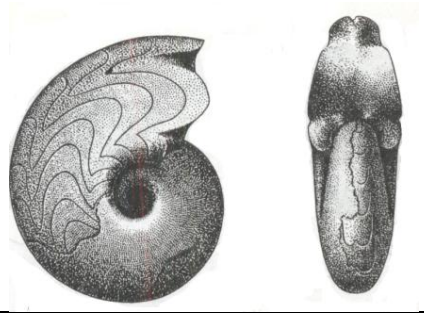
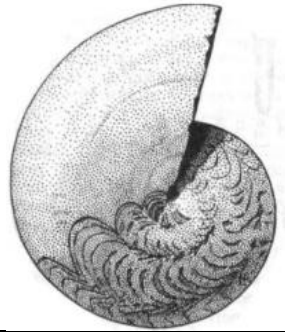
Рис. 43. Реконструкция белемнита (И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко, 1997)

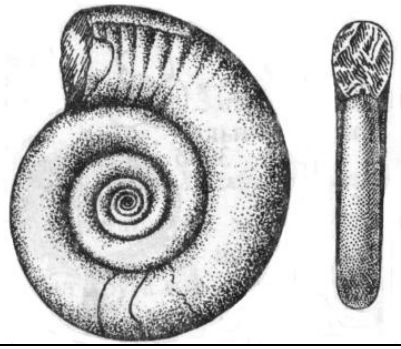
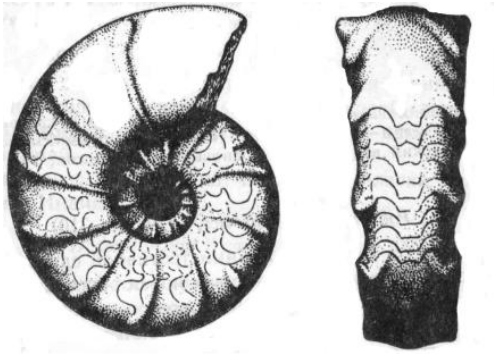
Образ жизни и условия обитания. До настоящего времени из наутилоидей дожил только один род *Nautilus*, обитающий в тропических бассейнах (Индийский океан, западная часть Тихого океана) на глубине 100–700 м, совершая суточные вертикальные миграции. По способу питания – активные хищники.

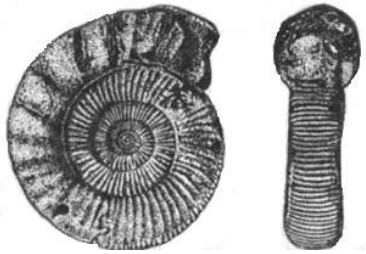
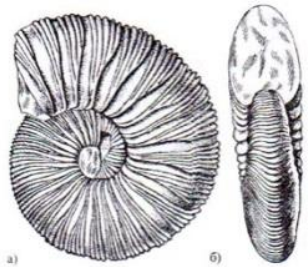
Аммоноидеи в палеозое обитали в неритовой части моря, вблизи рифов, избегая открытых пространств эпиконтинентальных морей. Они встречаются в девоне и карбоне Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ. В мезозое аммоноидеи пользовались уже широким распространением, обитали в зонах нахождения терригенных и карбонатных осадков. Все головоногие являются стеногалинными морскими организмами.

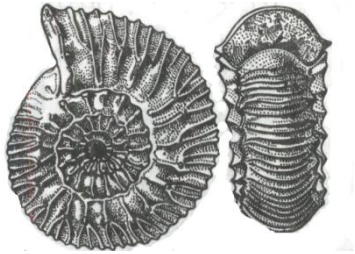
Геологическое значение. Ортоцератоидеи и эндоцератоидеи являются руководящими формами для ордовика. Аммоноидеи со среднедевонской эпохи по мел играют роль основной группы для датировки отложений. Аммониты и белемниты – архистратиграфическая группа морских ископаемых для юрских-меловых отложений. Интенсивная эволюция, быстрое расселение, независимость от фаций определила тот факт, что аммониты и белемниты являются важными руководящими ископаемыми юры–мела. Смена комплексов аммонитов и белемнитов легла в основу выделения зонального расчленения общей стратиграфической шкалы.

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие $\in_3$-Q	Nautiloidea $\in_3$-Q	Nautilida D-Q	*Nautilus* P_3-Q *http://fossilmuseum.net*	Раковина спирально-плоскостная, полуинволютная, гладкая. Сифон узкий субцентральный. Перегородочная линия наутилоидного типа, с широким седлом	Море, стеногалинные. Нектон, придонная толща воды
	Orthoceratoidea O-T	Orthoceratida O-T	*Orthoceras* O_2 *http://fossilmuseum.net*	Раковина прямая. Перегородочная линия прямая. Перегородки равномерно вогнутые. Сифон центральный, узкий	
	Endoceratoidea O	Endoceratida O	*Endoceras* O 	Раковина крупная, прямая, гладкая. Поперечное сечение круглое или слегка сжатое. Перегородочная линия прямая. Перегородки равномерно вогнутые. Сифон прилегает к брюшной створке, очень широкий	

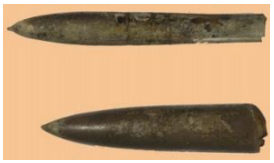
Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие €$_3$-Q	Ammonoidea. Аммоноидеи D-K	Anarcestida D	*Manticoceras* D_3 	Раковина полуинволютная с высоким поперечным сечением. Брюшная сторона узкая. Раковина гладкая имелись струйки нарастания	Море нормальной солености
		Goniatitida. Гониатиды D-P	*Timanites* D_3 	Раковина инволютная, дисковидная, с высоким поперечным сечением, с заостренной *килеватой* брюшной стороной. Пупок очень узкий. Наружная поверхность гладкая. Гониатитовая лопастная линия	Море, стеногалинные. Нектон
			Tornoceras D_{2-3}	Раковина инволютная, с относительно высокими оборотами. Пупок очень узкий. Поперечное сечение удлиненно-овальное, брюшной край закруглен. Наружная поверхность гладкая. Гониатитовая лопастная линия	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие $€_3$-Q	Ammonoidea. Аммоноидеи D-K	Clymeniida. Климениды D_3	*Clymenia* D_3fm 	Раковина эволютная, с округленными оборотами, соприкасающимися друг с другом. Пупок очень мелкий, широкий. Раковина гладкая. Гониатитовая лопастная линия	Море, стеногалинные. Нектон
		Ceratitida. Цератиды P-T	*Ceratites* T_2 	Раковина от полуэволютной до полуинволютной. Поперечное сечение округленно-четырехугольное. Скульптура: редкие грубые ребра, выраженные на боковой стороне (сбоку похож на протектор шины). Цератитовая лопастная линия	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие €$_3$-Q	Ammonoidea. Аммоноидеи D-K	Ammonitida. Аммониты J-K	*Perisphinctes* J_3o 	Раковина эволютная, пупок широкий, мелкий. Поперечное сечение округлое. Скульптура: многочисленные четкие ребра, дихотомирующие на две или три ветви на боковой стороне. Аммонитовая лопастная линия	Море, стеногалинные. Нектон
			Virgatites J_3 	Раковина от полуэволютной до полуинволютной. Пупок узкий. Поперечное сечение высокое. Скульптура: *виргатитовое* ветвление ребер (*virga* – ветвь): ребра постепенно отходят от другого. Аммонитовая лопастная линия	
			Craspedites J	Раковина почти полуинволютная. Пупок неширокий. Скульптура: раковина почти гладкая, на боковых частях внутренней поверхности продолговатые бугорки	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие €$_3$-Q	Ammonoidea. Аммоноидеи D-K	Ammonitida. Аммониты J-K	*Cadoceras* J_2k *«вздутый кувшин, рог»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина сильно вздутая, бочонковидная. Обороты перекрывают друг друга на половину высоты. Пупок глубокий	Море, стеногалинные. Нектон
			Simbirskites K_1 	Раковина полуинволютная, иногда сильно вздутая поперечное сечение округленное. Пупок относительно узкий глубокий. Ребра ветвятся на середине боковой стороны. В месте ветвления бугорок. Лопастная линия аммонитовая	
			Kosmoceras J_2k_{2-3} *«Вселенная»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина полуэволютная. Скульптура из ребер и бугорков. Брюшную сторону ребра не пересекают	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие $€_3$-Q	Ammonoidea. Аммоноидеи D-K	Lytoceratida T_3-K	*Baculites* K_2km *«палка посох»* *http://fossilmuseum.net*	Раковина в виде тонкой прямой трубки вначале закрученной в спираль. Поперечное сечение овальное, сжатое с боков. Поверхность гладкая	Море, стеногалинные. Нектон
			Turrilites K_2c *http://fossilmuseum.net*	Раковина башенковидная. Поперечные ребра несущие бугорки	
			Nipponites K_2 t-s *http://fossilmuseum.net*	Раковина клубкообразная, хорошо вписывается в куб. Скульптура из поперечных ребер	

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место и образ жизни
Cephalopoda. Головоногие $\in_3$-Q	Coleoidea D(?)C-Q Внутреннераковинные Двужаберные	Belemnitida. Белемниты J-K *http://fossilmuseum.net*	*Belemnitella* K_2c-m  *«копье»*	Ростр веретеновидной формы, средних размеров с коротким задним концом, нередко заканчивающимся шипом. На продольном расколе видна глубокая альвеола. Поперечное сечение круглое	Море. Нектон
			Cylindroteuthis J_{2-3} 	Ростр длинный узкоконический постепенно суживающийся к заднему краю. На брюшной стороне развита длинная борозда	
		Decabrachia J-Q 10 рук, 2 ловчие длиннее остальных	*Sepia* Q *Каракатица* 	На спинной стороне располагается удлиненно-овальная известковая пластина – сепион	Море. Нектон
			Кальмар Q 	Имеется тонкая пластина – гладиус. На руках имеются крючочки – онихиты	
		Octobrachia K-Q 8 рук	*Осьминог* Q (нет скелета) 	*Аргонавты* 	Море. Бентосные

ТИП HEMICHORDATA. ПОЛУХОРДОВЫЕ Є-Q

(греч. *hemi* – половина; *chorde* – струна)

Общая характеристика. Полухордовые представлены одиночными и колониальными животными. Название типа обусловлено тем, что они имеют хорду в области глотки, которая представлена небольшим спинным выростом кишечного тракта.

Классификация. Тип состоит из трех классов: Крыложаберные (кембрий–современность), Кишечнодышащие (юра–современность), Граптолиты (кембрий-карбон). Наиболее важное геологическое значение представляет класс Граптолиты.

Класс Graptolithina. Граптолиты Є-С (греч. *graptos* – начерченный, *lithos* – камень). «Письмена на камне».

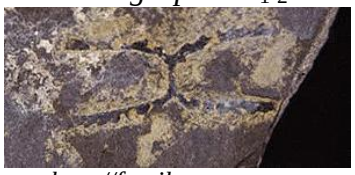
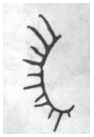
Вымершие, исключительно колониальные животные. Колонии граптолитов (*рабдосома*) по составу склеропротеиновые. Колонии разнообразной формы: сетчатые и несетчатые. Класс Graptolithina состоит из двух подклассов: Stereostolonata Є-С, Graptoloidea O-D_1.

Подкласс Stereostolonata Є-С. Колонии сетчатые, состоящие из многочисленных веточек, расходящихся дихотомически. Веточки свободны или соединены перемычками. На веточках расположены ячейки (*теки*), в которых жили зооиды. Стереостолонаты внешне схожи с сетчатой колонией мшанок, но отличаются составом скелета (у мшанок скелет известковый). Стереостолонаты были бентосными животными, прикрепленными или свободно стелющимися по субстрату.

Подкласс Graptoloidea O-D_1. Колонии состоят из одной веточки (*виргулы*), на которой расположены один, два и четыре ряда тек, соприкасающихся друг с другом. В ордовике преобладали безосные граптолоидеи. Из начальной теки (*сикулы*) выходили друг за другом последующие ячейки.

В силуре появляются осеносные граптолоидеи, у которых теки прикреплены к виргуле. Виргулы были прямыми, дуговидными или спирально изогнутыми.

Геологическое значение. Граптолиты являются архистратиграфической группой для ордовикской и силурийской систем. Они быстро эволюционировали, распространились повсеместно, поэтому по ним выделяют не только ярусы, но и биостратиграфические зоны. Черные сланцы, содержащие отпечатки граптолитов, получили название граптолитовых сланцев.

Класс	Подкласс	Отряд	Род	Диагностика рода	Место, форма и образ жизни
Graptolithina. Граптолиты €-C	Graptoloidea. Граптолоидеи O-D_1	Dendrida. Древовидные €$_2$-C	*Dictyonema* €$_2$-C *http://www.discussfossils*	Колония кустистая сетчатая	Море. Прикрепленный бентос. Псевдопланктон
		Не выделяют	*Tetragraptus* O_{1-2}  *http://fossilmuseum.net*	Колония состоит из 4 прямых ветвей	Море. Планктон
			Rastrites S_1l 	Колония образована дуговидно изогнутой ветвью, состоящей из одного ряда тек. Теки не соприкасаются друг с другом	Море. Планктон и псевдопланктон
			Monograptus S-D_1	Колония состоит из одной прямой ветви. Теки в один ряд, загнуты вниз	
			Diplograptus O_2 *http://www.discussfossils*	Колония состоит из двух рядов тек сросшихся друг с другом в одной плоскости, образуя одну ветвь (рабдосому)	

ТИП CHORDATA. ХОРДОВЫЕ €-Q

(греч. *chorde* – струна)

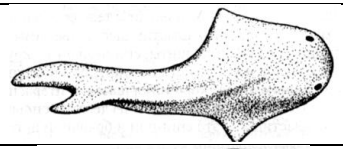
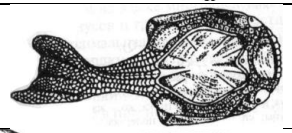
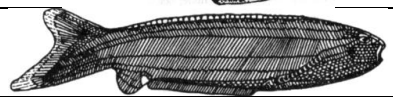
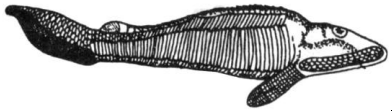
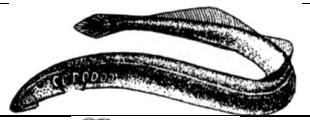
Общая характеристика. Тип Chordata включает в себя животных, у которых имеются в наличии отличительные особенности: хорда, спинная нервная трубка, жаберные щели.

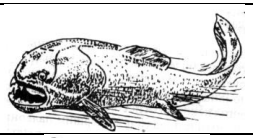
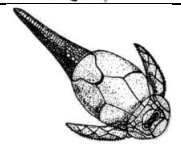
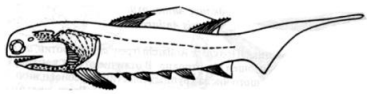
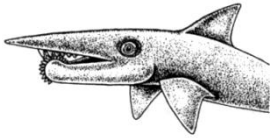
Хорда представляет собой хрящеподобную струну, проходящую вдоль всего тела. Хорда обладает большой упругостью, что позволяет ей быть опорно-двигательным аппаратом. Центральная нервная система хордовых имеет вид трубки, идущей вдоль хорды со стороны спины. Метамерность (сегментация) тела проявлена в наличии последовательно расположенных парных структур. Среди таких структур выделяются ребра, жаберные щели, мускулатура и др.

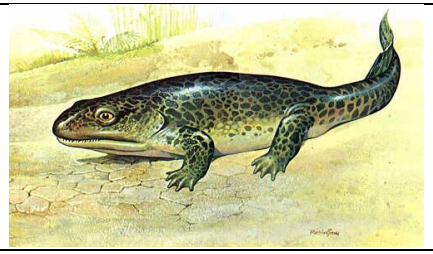
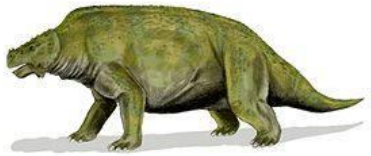
Недостоверные находки хордовых известны с венда. Кембрийские хордовые имеют уже обособленный головной отдел, жаберные дуги, сегменты мускулатуры.

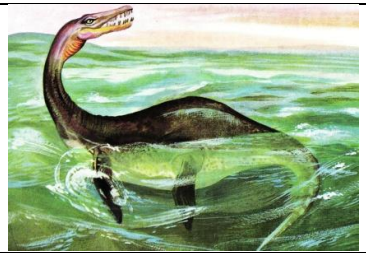
Классификация. Тип разделяется на подтипы: Tunicata (V?-Q), Acrania (V?-Q), Vertebrata (€-Q).

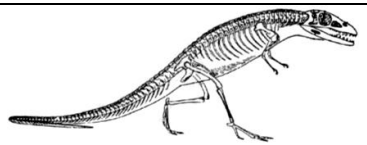
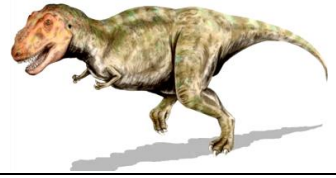
ТИП CHORDATA. ХОРДОВЫЕ €-Q. ПОДТИП VERTEBRATA. ПОЗВОНОЧНЫЕ €-Q

Инфра-тип	Н/класс	Класс	Подкласс	Род	Внешний вид
Agnatha. Бесчелюстные €-Q		Diplorhina. Пароноздревые $€_3$-Q	Thelodonti. Телодонты O-D_1	*Thelodus* O-S	
			Heterostraci. Разнощитковые $€_3$-D	*Drepanaspis* D_1	
		Monorhina. Одноноздревые S_2-Q	Anaspida. Беспанцирные S_2-D	*Pharingolepis* D_1	
			Osteostraci. Костнопанцирные S_2-D	*Hemicyclaspis* D_1	
			Cyclostomi. Круглоротые S?-Q	*Lampetra* Q	
		Conodontophorata. Конодонтофораты $€_3$-T	–	–	

Инфра-тип	Н/класс	Класс	Подкласс	Род	Внешний вид
Gnathostomi. Челюстноротые S_2-Q	Pisces. Рыбы S_2-Q	Placodermi. Пластинокожие S_2-D	Arthrodira. Артродиры S_2-D	*Dinichthys* D_3	
			Antiarchi. Антиархи $D_{2–3}$	*Bothriolepis* D_3	
		Acanthodei. Акантоды S_2-P	–	*Euthacanthus* D_1	
		Chondrichthyes. Хрящевые рыбы D_2-Q	Elasmobranchii. Акуловые D_2-Q	*Helicoprion* P_1	
			Holocephali. Цельноголовые D_3-Q		
		Osteichthyes. Костные рыбы D-Q	Crossopterygii. Кистеперые D-Q	*Latimeria* Q	
			Dipnoi. Двоякодышащие D_2-Q	*Dipterus* $D_{2–3}$	
			Actinopterygii. Лучеперые D_2-Q	*Leptolepis* T_2-K_1	

Инфра-тип	Н/кл.	Класс	Подкласс	Род	Внешний вид
Gnathostomi. Челюстноротые S_2-Q	Tetrapoda. Четвероногие D_3-Q	Amphibia. Земноводные D_3-Q	Stegocephali. Стегоцефалы D_3-K	*Ichthyostega* D_3	
			Labirinthodontia. Лабиринтодонты D_3-T	*Benthosuchus* T_1	
			Batrachosauria. Лягушкоящеры D-P	–	
			Lepospondyli. Тонкопозвоночные C-P	*Seymouria* P_2	
		Parareptilia C_3-Q	Cotylosauria. Котилозавры C_3-T	*Scutosaurus* P_2	
				Pareiasaurus P_2	
			Chelonia. Черепахи T-Q	–	

Инфра тип	Н/кл.	Класс	Подкласс	Род	Внешний вид
Gnathostomi. Челюстноротые S_2-Q	Tetrapoda. Четвероногие D_3-Q	Reptilia. Пресмыкающиеся C_2-Q	Synapsida. Зверообразные, Териодонты C_2-J_2	*Inostrancevia* P_3	
				Demetrodon P_3	
			Lepidosauria. Чешуйчатые C_3-Q (Змеи K-Q)	*Mosasauria* K_2	
			Synaptosauria. Синаптозавры P-K	*Placodus* J_3	
				Plesiosaurus T_3-J_1	
			Ichthyosauria. Ихтиозавры C_3-K	*Ichthyosaurus* J	

				Надотряд	Отряд	Род	Внешний вид
			Archosauria. Архозавры P_3-Q	Thecodontia. Текодонты P_3-T	–	*Saltosuchus* T_3	
				Dinosauria. Динозавры T_2-K	Saurischia. Ящеротазовые	*Diplodocus* J_3	
						Saurolophus K_2	
						Tyrannosaurus K_2	
					Ornithischia. Птице-тазовые	*Avimimus* K_2	
				Pterosauria. Крылатые ящеры T_3-K	Rhamphorhynchoidei T_3-J	*Sordes* J	
					Pterodactyloidei J-K	*Pteranodon* K_2	
				Crocodylia. Крокодилы T_3-Q	–	–	

Инфра-тип	Н/кл.	Класс	Подкласс	Род	Внешний вид
Gnathostomi. Челюстноротые S_2-Q	Tetrapoda. Четвероногие D_3-Q	Aves. Птицы T_3-Q	Praeornithurae. Довеерохвостые T_3	*Protoavis* T_3	
			Saururae. Ящерохвостые J_3	*Archaeopteryx* J_3 (перемещался по земле, лазал по деревьям, иногда взлетая)	
			Ornithurae. Веерохвостые K-Q (Зубастые птицы)	*Ichthyornis* K_2	
				Hesperornis K	

Инфратип	Н/кл.	Класс	Подкласс		Род
Gnathostomi. Челюстноротые S_2-Q	Tetrapoda. Четвероногие D_3-Q	Mammalia. Млекопитающие, Theria. Звери T_3-Q	Prototheria. Первозвери T_3-Q		Утконос, ехидна
			Pantotheria. Пантотерии T_3-K		–
			Metatheria. Сумчатые T_3-Q		Кенгуру
			Eutheria. Высшие звери, или Плацентарные K-Q	Insectivora. Насекомоядные K-Q	Ежи, землеройки, кроты, тушканчики
				Chiroptera. Рукокрылые ~~P~~-Q	Летучие мыши, крыланы
				Edentata. Неполнозубые ~~P~~-Q	Ленивцы, муравьеды, броненосцы
				Creodonta. Креодонты ~~P~~-N	–
				Carnivoza. Настоящие хищные K_2-Q	Мангусты, кошки, гиены, собаки, лисы, медведи, норки
				Pinnipedia. Ластоногие ~~P_3~~-Q	Моржи, тюлени
				Lagomorpha. Зайцеобразные K-Q	Зайцы, пищухи
				Rodentia. Грызуны J-Q	Белки, нутрии, бобры, хомяки, мыши
				Condylartrha. Кондилярты K_2-~~P~~	*Phenacodus* ~~P_2~~
				Perissodactyla. Непарнокопытные ~~P~~-Q	Лошади, носороги, *Indricotheriidae* ~~P_2~~-N_1.Индрикотерий ~~P_3~~ – самое крупное наземное млекопитающее.
				Proboscidea. Хоботные ~~P_2~~-Q	*Mammuthus* Q_{2-3},мастодонты, слоны
				Cetacea. Китообразные ~~P_2~~-Q	Киты, дельфины, кашалоты
				Artiodactyla. Парнокопытные ~~P_2~~-Q	Свиньи, бегемоты, жирафы, олени
				Primates. Приматы K-Q	Обезьяны, гоминиды
				Multituberculata. Многобугорчатые J-~~P~~	

ТЕСТ 1

1. Процесс перехода живого в ископаемое состояние осуществляется через последовательный ряд совокупностей: а) биоценоз – танатоценоз – ориктоценоз – тафоценоз б) биоценоз – ориктоценоз – танатоценоз – тафоценоз в) биоценоз – танатоценоз – тафоценоз – ориктоценоз	2. Что такое ихнофоссилии? а) органические ископаемые биомолекулы различного происхождения. б) представлены следами жизнедеятельности ископаемых организмов. в) состоят из продуктов жизнедеятельности. г) представлены скелетами, отпечатками и ядрами	3. Что такое эуфоссилии? а) органические ископаемые биомолекулы различного происхождения. б) представлены следами жизнедеятельности ископаемых организмов. в) состоят из продуктов жизнедеятельности. г) представлены скелетами, отпечатками и ядрами
4. Процесс переработки осадка илоедами и биофильтраторами называются: а) криотурбация б) биотурбация в) фуркация г) литофикация	5. В образовании органогенной породы принимают участие: а) эуфоссилии б) ихнофоссилии в) субфоссилии г) хемофоссилии	6. В образовании железистых, марганцевых и фосфоритовых конкреций принимают участие: а) бактерии б) вирусы в) лишайники г) водоросли
7. Рифостроящие организмы докембрия. а) табулятоморфные и четырехлучевые кораллы, мшанки, брахиоподы б) цианобионты в) шестилучевые кораллы, рудисты г) шестилучевые кораллы, известковые красные и зеленые водоросли	8. К шельфу приурочены следующие биономические зоны: а) абиссаль, ультраабиссаль, денсаль б) литораль, сублитораль, эпибатиаль в) денсаль, литораль, сублитораль г) ультраабиссаль, батиаль, эпибатиаль	9. К какой биономической зоне приурочены обитатели в зоне «курильщика»? а) к батиали б) к литорали в) к денсоабиссали г) к эпибатиали
10. Как звучит триада Ч. Дарвина? а. товар деньги товар б) изменчивость наследственность естественный отбор в) учиться, учиться и учиться г) быстрее, выше, сильнее	11. Мутуализм – это когда при сожительстве разнородных организмов: а) оба организма или один получают пользу б) один получает пользу и наносит вред другому в) пользу получает один организм г) пользу получают оба организма	12. Онколиты катаграфии строматолиты – это: а) субфоссилии б) эуфоссилии в) ихнофоссилии г) копрофоссилии
13. Водоросли бывают: а) красные, золотистые, бурые, зеленые б) синие, фиолетовые, голубые, бирюзовые в) серебристые, золотистые, платиновые, латунные г) серо-буро-малиновые в крапинку	14. Царство Растения делится на подцарства: а) простейшие, сложнейшие б) низшие, высшие в) споровые, семенные г) однодольные, двудольные	15. Оперкулина, Ассилина, Дискоциклина – это: а) солнечники б) радиолярии в) амебы г) фораминиферы

16. Когда началась и закончилась Кайнозойская эра? а) началась 65 млн лет назад, длится ныне б) началась 600 млн лет назад, закончилась 250 млн лет назад в) началась 251 млн лет назад, закончилась 65 млн лет назад г) началась 2500 млн лет назад, закончилась 600 млн лет назад	17. Когда началась и закончилась Мезозойская эра? а) началась 65 млн лет назад, длится ныне б) началась 600 млн лет назад, закончилась 250 млн лет назад. В) началась 251 млн лет назад, закончилась 65 млн лет назад. г) началась 2500 млн лет назад, закончилась 600 млн лет назад.	18. Когда началась и закончилась Палеозойская эра? а) началась 65 млн лет назад, длится ныне б) началась 600 млн лет назад, закончилась 250 млн лет назад. в. началась 251 млн лет назад, закончилась 65 млн лет назад. г) началась 2500 млн лет назад, закончилась 600 млн лет назад.
19. Эволютной называют раковину: а) если раковина имеет продажную ценность б) если последний оборот перекрывает предпоследний и снаружи виден только последний оборот в) если раковина редуцировалась в процессе эволюции г) если обороты соприкасаются и снаружи видны все обороты	20. Аскон, сикон, лейкон – это: а) названия синтетических тканей б) типы водно-сосудистой системы в) компьютерные программы г) типы мелиоративной системы	21. На какие подклассы делится класс Гастроподы? а) переднежаберные, заднежаберные, легочные б) голожаберные, покрытожаберные, скрытожаберные в) жаброногие, жабродышащие, трахейные г) археогастроподы, мезогастроподы, неогастроподы
22. Названия Безголовые, Топороногие, Двустворчатые, Пластинчатожаберные относятся к: а) хордовым б) брахиоподам в) ракообразным г) моллюскам	23. Систематика двустворок основана на: а) строении раковины б) строении замка в) строении мягкого тела г) строении макушки	24. Рядозубый, разнозубый, расщепленнозубый, толстозубый, беззубый, связкозубый – это типы зубного аппарата а) у двустворок б) у брахиопод в) у хордовых г) у головохордовых
25. Полное или частичное замещение стволов растений при сохранении внутренней структуры называется: а) камнефикация б) петрификация в) мумификация г) мистификация	26. Состав минеральных скелетов ископаемых может быть: а) аргоновым, неоновым, гелиевым б) роговым, хитиновым, спонгиновым в) известковым, фосфатным, кремневым г) иридиевым, фтористым, калиевым	27. Рабдосома – это: а) колония кораллов б) колония мшанок в) колония граптолитов г) металлическая сетка (тремин не имеет отношение к палеонтологии
28. Гидропора, гидроспиры, спиракули, мадрепорит, поры – элементы водно-сосудистой системы: а) пресноводных гидр б) морских губок в) морских ежей г) археоциатов	29. В стратиграфическим кодексе России приняты следующие подразделения стратиграфической шкалы: а) эратема-эонотема-система-отдел-ярус-зона б) эонотема-эратема-система-льдел-ярус-зона в) акротема-эонотема-эратема-система-отдел-ярус-хронозона г) акрон-эон-эра-период-век-фаза	30. В стратиграфическом кодексе России приняты следующие подразделения геохронологической шкалы: а) эра-эон-век-период-фаза б) эон-эра-период-век-фаза в) акрон-эон-эра-период-эпоха-век-фаза г) акротема-эонотема-эратема-система-отдел-ярус-зона

ТЕСТ 2

1. Виды животных или растений, занимающие небольшие ареалы распространения называются: а) космополиты б) эндемики в) реликты г) нектон	2. Одноклеточные организмы без обособленного ядра называются: а) прокариоты б) эукариоты в) радиолярии г) фораминиферы	3. Главный признак, используемый в классификации млекопитающих: а) способ размножения б) строение зубов в) образ жизни г) строение конечностей
4. Мамонт в вечной мерзлоте – это: а) субфоссилия б) эуфоссилия в) ихнофоссилия г) копрофоссилия	5. Писчий мел на 90 % сложен водорослями: а) динофитовыми б) бурыми в) харовыми г) золотистыми	6. В скелете порифер имеются: а) септы б) тении в) спикулы г) тубулы
7. Процесс схождения признаков у неродственных форм называется: а) полифилия б) радиация в) конвергенция г) параллелизм	8. Корнеподобные образования лепидодендроновых называются: а) стробилы б) стигмарии в) артизии г) спорангии	9. Органические крючочки ловчих рук колеоидей называются: а) ростры б) онихиты в) полихеты г) ринхолиты
10. Какого отряда моллюсков не существует: а) рудисты б) связкозубые в) беззубые г) плоскозубые	11. Сообщество ископаемых организмов называется: а) ориктоценоз б) тафоценоз в) танатоценоз г) биоценоз	12. Скелет у представителей подкласса Tetracoralla: а) кремневый б) роговой в) известковый г) целестиновый
13. Реликтом современной флоры можно считать: а) пальмовые б) хвощеподобные в) гинкговые г) хвойные	14. Первые наземные растения известны из отложений: а) кембрия б) карбона в) силура г) триаса	15. Прикрепленный образ жизни в типе членистоногих характерен для рода: а) Asaphus б) Eurypterus в) Agnostus г) Balanus

16. Ножка замковым брахиоподам нужна для: а) захвата пищи б) передвижения в толще воды в) крепления к грунту г) передвижения по дну	17. Геохронологический возраст отряда Productida: а) O_3-J_1 б) D-P в) C-P г) O-T	18. Рептилии появились в: а) D_3 б) T в) C_2 г) P
19. Кто из перечисленных гастропод ведет прикрепленный образ жизни: а) Rapana б) Planorbarius в) Nerinea г) Vermetus	20. Мадрепорит у иглокожих – это: а) вход в амбулакральную систему б) челюстной аппарат в) поры на амбулакральных пластинках г) глазные пластинки	21. Кремневый двустворчатый панцирь имеют: а) беззамковые брахиоподы б) бивалвии в) диатомеи г) скафоподы
22. Геохронологический возраст подкласса Nautiloidea: а) J-Q б) $\in_3$-Q в) O-Q г) S-Q	23. Скелет у граптолитов имеет состав: а) кремневый б) известковый в) роговой г) склеропротеиновый	24. Геохронологический возраст подкласса Ammonoidea: а) J-K б) $\in_3$-Q в) D-K г) S-Q
25. Проптеридофиты размножались с помощью: а) семян б) спор в) цветка г) почкованием	26. Как называются колонии граптолитов: а) полипняк б) автозоеции в) рабдосома г) пневматофор	27. Основоположник биостратиграфии: а) Н. Стенон б) В. Смит в) Ж.Б. Ламарк г) Ч. Дарвин
28. Хитиново-фосфатную раковину брахиопод имеет род: а) Lingula б) Stringocephalus в) Conchidium г) Crania	29. Спондилий – это: а) ручной аппарат б) сросшиеся зубные пластины в) брюшная перегородка г) замочный край	30. В качестве родоначальной для класса Amphibia рассматривается группа: а) псевдозухии б) кистеперые рыбы в) батрахозавры г) артродиры

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богоявленская О.В., Федоров М.В. Основы палеонтологии. – М.: Недра, 1990. – 209 с.
2. Бондаренко О.Б., Михайлова И.А. Определитель ископаемых беспозвоночных. – М.: Недра, 1984. – 533 с.
3. Глухова Л.В. Основы палеоботаники: учебное пособие. – Красноярск, 2002. – 81 с.
4. Давиташвили Л.Ш. Краткий курс палеонтологии. – М.: Гос. науч.-тех. издательство литературы по геологии и охране недр, 1958. – 500 с.
5. Данукалова Г.А. Палеонтология в таблицах. – Тверь: Изд-во ГЕРС, 2009. – 195 с.
6. Кэрролл Лейн Фентон, Милдред Адамс Фентон. Каменная книга. – М.: Наука, 1997. – 623 с.
7. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология: учебное пособие. Ч. 1. – Изд-во Московского университета, 1997. – 447 с.
8. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология: учебное пособие. Ч. 2. – Изд-во Московского университета, 1997. – 495 с.
9. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология: учебное пособие. – Изд-во Московского университета, 2006. – 592 с.
10. Палеонтология беспозвоночных / отв. ред. Ю.А. Орлов. – М.: Изд-во Московского университета, 1962. – 467 с.
11. Парфенова М.Д. Историческая геология с основами палеонтологии: учебное пособие. – Томск, 1999. – 523 с.
12. Рябчикова Э.Д., Рычкова И.В. Палеонтология: учебное пособие. – Томск, 2013. – 138 с.
13. Титоренко Т.Н., Сизов А.В. Палеонтология. Беспозвоночные. – Иркутск, 2007. – 160 с.
14. Шпанский А.В. Основы палеонтологии тетрапод. – Томск: Изд-во ТУСУРа, 2005. – 214 с.
15. Циттель К. Основы палеонтологии (Палеозоология). Ч. 1. Беспозвоночные. – Л.: Госнаучтехгеолнефтиздат, 1934. – 1018 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение ... 3
Краткая история палеонтологии ... 3
Разделы палеонтологии ... 8
Пробоподготовка к палеонтологическим исследованиям ... 9
Палеонтология и эволюция ... 10
Среда обитания организмов ... 12
Водная среда обитания ... 13
Биономические группы организмов ... 15
Физико-географические факторы водной среды ... 17
Наземная среда обитания организмов ... 18
Ареалы распространения организмов ... 19
Условия совместного обитания организмов ... 20
Стадии захоронения организмов ... 21
Формы сохранности организмов ... 22
Породообразующая роль организмов ... 24
Биотические события ... 27
Классификация организмов ... 28
Надцарство Procariota. Доядерные организмы AR-Q ... 29
Царство Cyanobionta. Цианобионты AR-Q ... 29
Надцарство Eucaryota. Ядерные организмы PR-Q ... 30
Царство Phyta. Растения PR-Q ... 30
Царство Zoa (Animalia). Животные (PR-Q) ... 35

Тип Sarcodina. Саркодовые €-Q 35
Тип Porifera. Пороносцы RF-Q 39
Тип Archaeocyathi. Археоциаты $€_1$ 43
Тип Cnidaria. Стрекающие V-Q 45
Тип Annelides. Кольчатые черви V-Q 53
Тип Bryozoa. Мшанки O-Q 54
Тип Brachiopoda. Брахиоподы €-Q 56
Тип Arthropoda. Членистоногие V-Q 66
Тип Echinodermata. Иглокожие €-Q 75
Тип Mollusca. Мягкотелые €-Q 84
Тип Hemichordata. Полухордовые €-Q 117
Тип Chordata. Хордовые €-Q 119
Тип Chordata. Хордовые €-Q. Подтип Vertebrata. Позвоночные €-Q 120
Тест 1 127
Тест 2 129
Список рекомендуемой литературы 131

Учебное издание

РЫЧКОВА Ирина Владимировна
РЯБЧИКОВА Элла Давыдовна

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ В ТАБЛИЦАХ

пособие для учащихся Школы юного геолога

Учебное пособие

Научный редактор *доктор геолого-минералогических наук*, *профессор А.А. Поцелуев*

Корректура *XXXXXXXXXXX*
Компьютерная верстка *И.В. Рычкова*
Дизайн обложки *Н.Н. Мартынова, И.В. Рычкова, О.Ю. Аршинова*

Подписано к печати 00.00.2015. Формат 60х84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл. печ. л. 15,59. Уч.-изд. л. 14,10.
Заказ 000-14. Тираж 100 экз.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
сертифицирована в соответствии с требованиями ISO 9001:2008

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru