

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра исторической и динамической геологии**

Допущены

к проведению занятий в 2016-2017 уч.году

Заведующий кафедрой

Профессор

И.В. Таловина

«31» августа 2016 г.

## ТЕКСТЫ ЛЕКЦИЙ

по учебной дисциплине

## «ОСНОВЫ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЯ»

**Специальность:** 21.05.02 «Прикладная геология»

**Специализация:** Геологическая съемка, поиски и разведка  
месторождений твердых полезных ископаемых

**Разработал:** профессор Михайлова Е.Д.

*Обсуждены и одобрены на заседании кафедры  
Протокол № 2 от 13 сентября 2016 г.*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2016

## Лекция 1

Раздел 1. Введение в курс, Сохранность, образ жизни и условия существования организмов. Классификация ископаемых организмов.. Раздел 2. Тема 1 Тип саркодовые классы фораминиферы и радиолярии

### Раздел 1.

***Введение в курс Роль палеонтологии среди геологических наук. Типы сохранности органических остатков. Взаимосвязь процессов развития органического мира, земной коры, атмосферы и гидросферы.. Биомические области моря. Принципы систематики организмов, естественная и искусственная классификации.***

### ***Введение в курс***

Целью курса «Основы палеонтологии и общая стратиграфия» является: во-первых - ознакомление обучающихся с принципами систематики ископаемых организмов и выяснение их связи со средой обитания; во-вторых – знакомство с современными геохронологической и стратиграфической шкалами, стратиграфическими принципами и задачами стратиграфии.

### ***Роль палеонтологии среди геологических наук.***

**Палеонтология** – наука о вымерших животных и растениях, населявших нашу планету. Органический мир на протяжении своего существования развивается совместно с геологическими процессами, происходящими на Земле, и любое изменение внешней среды вызывает изменение органического мира.

Использование палеонтологических данных для геологических целей и, в частности, для определения возраста горных пород основано на фундаментальном законе необратимости эволюции органического мира. Органический мир Земли непрерывно и необратимо изменяется, каждому отрезку геологического времени отвечают характерные только для него виды растений и животных и т.о. разновозрастные отложения близкого происхождения содержат сходные комплексы органических остатков. Поэтому толщи горных пород можно сравнивать по их палеонтологической характеристике. Разрозненные геологические сведения, бывшие у человечества с ранней поры цивилизации, смогли оформиться в стройную науку «Геология» только после того, как ученые получили возможность рассматривать геологические процессы во временной последовательности. Этот временной подход к геологическим проблемам позволил устанавливать этапы формирования геологических тел и влияния на них последующих геологических процессов.

### ***Типы сохранности органических остатков.***

Остатки организмов могут сохраняться в породах во-первых при благоприятных условиях захоронения и во-вторых при наличии прочного скелета.

По типу сохранности выделяют: *Субфоссилии* - ископаемые, у которых сохранился не только скелет, но и частично мягкие ткани; *Эуфоссилии* – ископаемые, у которых сохранились скелеты, их фрагменты или их отпечатки; *Ихнофоссилии* – следы ползания, зарывания, отпечатки лап и т.п.; *Капрофоссилии* – конечные продукты пищеварения животных – окаменевшие экскременты. Они имеют вид валиков, желваков, холмиков; *Хемофоссилии* – органические ископаемые биомолекулы растительного и животного происхождения

По размерам ископаемые организмы делятся на: макрофоссилии (более 1мм), микрофоссилии (десятые и сотые доли мм), наннофоссилии (тысячные доли мм)

Процессы преобразования погибших организмов в ископаемые называют фоссилизацией. Захоронение погибших организмов сопровождается воздействием на них различных факторов среды. Органические остатки проходят все процессы диагенеза, т.е. физические и химические преобразования при переходе осадка в породу, в которую они заключены.

*Лучше сохраняются организмы, обитавшие в водной, в основном морской среде, хуже – те, что обитали на суше в условиях окислительной среды, которая способствует быстрому разрушению мягких тканей и скелета.*

Сохранность ископаемых остатков определяется многими физико-географическими факторами. После гибели организма в первую очередь разрушаются мягкие ткани, затем

начинается заполнение пустот скелета вмещающим осадком или минеральными соединениями. Не все организмы после гибели превращаются в окаменелости. Большая часть их подвергается гниению и разрушению, в итоге исчезает бесследно. Но некоторые из них сохраняются частично, а в идеальных случаях - и полностью. Но обычно остается только твердый скелет

### ***Взаимосвязь процессов развития органического мира, земной коры, атмосферы и гидросферы.***

Организмы тесно связаны со своей средой обитания – биосферой. Она является «оболочкой жизни» – областью существования всего живого вещества. В геологическом аспекте к ней относятся части земной коры и атмосферы, занятые организмами.

Живые организмы служат трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию – электрическую, химическую, механическую, тепловую и т. д. Жизнь является важным фактором, преобразующим лик Земли. Она обладает способностью значительного ускорения химических реакций. Одна из особенностей организмов - способность вырабатывать ферменты – белковые катализаторы разнообразных процессов. Установлено, что: состав газовой оболочки Земли почти полностью регулируется жизнью и значительная часть осадочных пород образовалась при помощи организмов.

### ***Биономические области океана***

Существование организмов определяется *биотическими* (пищевые связи и взаимоотношение с другими организмами) и *абиотическими* (соленость, температура, глубина, характер грунта и т.д.) факторами среды обитания. Каждый организм для своего существования требует определенных условий. Организмы очень разнообразны по своей приспособляемости к условиям жизни, способу существования и способу питания. Наиболее насыщенная жизнь отмечается в морской среде, где существует около десятка биономических зон. Наземная среда обитания по сравнению с морской является более разнообразной, но вероятность сохранности захороненных организмов значительно меньше.

К биономическим областям океана. относятся: шельф – континентальная отмель (субралитораль, литораль, сублитораль, эпибатталь) (толща воды над ним называется неритовой областью), континентальный склон (баттальная область), ложе океана, подводные горы, глубоководные желоба (абиссальная область, пелагиаль). Для каждой из них характерен свой комплекс организмов.

В зависимости от солености воды выделяются следующие типы водных бассейнов:

*нормальной солености (1,7 – 4,3%, средняя - 3,0-3,5% солей),*

*повышенной солености (более 4,3%),*

*пониженной солености (0,05 - 1,7%),*

*пресная (менее 0,05%).*

По отношению к изменению солености выделяют ***стеногалинные организмы*** (могущие жить только в бассейнах с постоянной соленостью воды - нормальных или пресных водах) и ***эвригалинные*** (могут переносить колебания солености).

По ***образу жизни*** водные организмы подразделяются на – ***бентос*** (придонные жители), ***планктон*** (пассивно парящие организмы), ***нектон*** (активно плавающие организмы).

Между образом жизни и средой, с одной стороны, и особенностям строения организмов, с другой, существует постоянная взаимосвязь. Изучив ее на примере ныне живущих организмов, исследователь может получить материал, позволяющий восстановить среду обитания и образ жизни вымерших организмов.

### ***Принципы систематики организмов, естественная и искусственная классификации.***

Для органического мира прошлых эпох, также как для современного создана общая система, по которой расположены известные в настоящее время организмы. Она основана ***на принципах сходства*** - родственных связях организмов и ***принципах иерархии*** – включение мелких таксонов в состав более крупных. Каждый известный организм входит в иерархическую систему классификации и записывается по его положению.

В созданной в настоящее время системе органического мира используются понятия классификация, таксономия, систематика, номенклатура.

- ***Классификация*** – выделение группировок организмов по их родственным связям. Для большинства групп организмов уже созданы шкалы классификационных группировок, соподчиненных друг другу по принципу иерархии - от более крупных

объединений к более мелким. Классификация может быть естественной, а в некоторых случаях искусственной.

- Теория и практика классификации органических объектов называется *таксономией*.
- *Систематика* – занимается вопросами естественной классификации организмов
- *Номенклатура* – система наименования организмов

В зависимости от сохранности остатков организмов и степени их изученности при описании организмов применяется *естественная и искусственная классификации*.

Система органического мира. Наиболее крупные объединения органического мира:

- *Империя Жизнь*
- *Надцарство* Доядерные организмы (Прокариоты)
  - Царство* Бактерии
  - Царство* Цианобионты
- *Надцарство* Ядерные организмы (Эукариоты)
  - Царство* Растения
  - Царство* Грибы
  - Царство* Животные (группы позвоночные и беспозвоночные)

Ниже приведена схема соподчиненности основных систематических единиц, принятых в палеонтологии животных:

*Царство* (самое крупное объединение)

*Тип*

*Класс*

*Отряд*

*Семейство*

*Род*

*Вид* (самое мелкое естественное, природное объединение).

Названия организмов приводятся на латинском языке и имеют международный статус. Каждая систематическая единица до рода включительно обозначается одним латинским словом – в *одинарной номенклатуре*. Вместе с названием таксона часто приводятся фамилия автора и год опубликования.

Реально существующей единицей систематики является вид – совокупность особей, обладающих общими морфологическими, биологическими и генетическими признаками и образующих популяции с единым ареалом. Название вида записывается в *бинарной номенклатуре* - имеет двойное наименование: первое слово обозначает название рода, а второе – название вида. В случаях невозможности определения вида окаменелости, но ясно название рода, к которому он принадлежит, употребляется так называемая открытая номенклатура: по латыни слово вид (*species*) сокращенно пишется как *sp.* Например название *Cyrtospirifer sp.* надо понимать, как «вид из рода *Cyrtospirifer*».

Для точного, видового определения палеонтологических объектов требуется провести сложные исследования на образцах из разных популяций. Небольшой объем учебных часов по курсу «Основы палеонтологии» позволяет познакомиться с признаками животных только высоких систематических рангов (тип, класс, иногда отряд или семейство и род), относящихся к наиболее часто используемым для геологических целей беспозвоночным.

**ВЫВОДЫ.** *На протяжении геологической истории Земли органический мир активно реагировал на все изменения, происходившие на ее поверхности. Смена органических сообществ отражает этапы геологических событий прошлых эпох. Палеонтологические данные широко используются в геологических исследованиях. Они дают основу для определения возраста содержащих их толщ и реконструкции палеогеографических условий формирования геологических тел.*

**Контрольные вопросы для раздела 1.**

1. *Какие объекты изучает палеонтология?*

2. *Какие геологические задачи решаются с помощью палеонтологии?*
3. *Какие типы сохранности органических остатков наиболее распространены?*
4. *Какие образы жизни распространены среди организмов?*
5. *Что такое систематика и классификация органического мира?*

## **Раздел 2. Тема 1**

### ***Тип Саркодовые. Классы Радиолярии и Фораминиферы. Строение и состав раковины. Образ жизни и геологическое значение***

Все живые организмы на Земле делятся на два надцарства – надцарство прокариот и надцарство эукариот. К прокариотам (доядерным организмам) относятся организмы, у клеток которых нет обособленного ядра. К эукариотам относятся организмы, в клетках которых существует ядро, содержащее генетический аппарат. В надцарстве эукариот выделяются три царства: 1. царство растений, 2. царство животных, 3. царство грибов.

#### **ЦАРСТВО ЖИВОТНЫХ**

#### **ПОДЦАРСТВО PROTOZOA ПРОСТЕЙШИЕ (ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ)**

#### **ТИП SARCODINA САРКОДОВЫЕ**

Саркодовые – преимущественно морские простейшие, нередко обладают скелетом и имеют органоиды движения - псевдоподии (ложноножки). Псевдоподии выполняют также функции захвата пищи.

#### **КЛАСС FORAMINIFERA ФОРАМИНИФЕРЫ**

Класс фораминиферы многочисленный и разнообразный. К нему относятся бентосные и планктонные формы, живущие в морях, редко в солоновато-водных и крайне редко в пресных водоемах. Фораминиферы обладают раковинкой с одним или несколькими отверстиями – *устьями*, через которые наружу выходят длинные псевдоподии. Раковина фораминифер может быть *однокамерной, двухкамерной и многокамерной*. Большинство фораминифер имеет наружный скелет - раковины с секреторной или агглютинированной стенкой. *Секреторные раковины* (минерализованные) состоят, в большинстве случаев, из карбоната кальция, а некоторые из арагонита. Эти раковины наиболее широко распространены в современных морях. *Агглютинированные раковины* построены из различного минерального материала, скрепленного органическим веществом.

#### **Отряд *Fusulinida***

#### **Род *Fusulina Fischer***

Раковина секреторная, известковая, многокамерная, спирально-плоскостная, веретеновидная, инвалютная, обычно сильно вытянутая по оси навивания. Перегородки на всем протяжении характеризуются правильной складчатостью. Подвижный бентос сублиторальной зоны. *Средний и поздний карбон*.

Известняки, сложенные в основной массе раковинами фузулинид, называются фузулиновыми известняками. Часто используются как строительный камень.

#### **Род *Schwagerina Muller***

Раковина секреторная, известковая, многокамерная, спирально-плоскостная, инвалютная, шарообразная. Перегородки слабоволнистые. В продольном сечении прослеживаются три стадии роста: на ранней стадии раковины обычно сильно вытянуты, на средней – укорачиваются, а на поздней – шарообразные. Бентос. *Ранняя пермь*.

#### **Отряд *Nummulitida***

#### **Род *Nummulites Lamark***

Раковина секреторная, многокамерная, спирально-плоскостная, эволютная, монетовидная, обычно очень крупная, до 3 – 10 см. На гладкой наружной поверхности раковины не заметны септальные швы. На поперечном сечении видна спираль, состоящая из многочисленных оборотов, разделенных на значительное число камер. На продольном сечении можно наблюдать, как каждый последующий оборот полностью объемлет предыдущий. Подвижный бентос.

*Палеоген – ныне*. Представители рода развиты почти повсеместно, особенно в Средиземноморском поясе.

### **Геологическое значение фораминифер**

- Скелеты фораминифер составляют значительную часть известковых илов: известны современные глобигериновые и милиолиновые илы, занимающие тысячи км Мирового океана. В прошлые эпохи были широко распространены фузулиновые известняки (карбон) и нуммулитовые известняки (палеоген).

- Геологическая история фораминифер началась в докембрии. Наиболее примитивные бесскелетные формы появились в венде. В кембрии и ордовике существовали раковины только с агглютинированным скелетом. В силуре возникли секреторные известковые раковины. В позднем палеозое был широко распространен отряд фузулинид. В триасе фораминиферы смогли освоить пелагиаль. В позднем мелу возникли нуммулитиды – «гиганты» среди саркодовых.

Планктонная группа фораминифер сравнительно малочисленная и молодая. Ее представители обычно обитают в пелагиали на глубинах 0 – 300 м.

- *Стратиграфическая ценность* фораминифер вызвана их небольшими размерами и массовой встречаемостью. Зональная шкала по фораминиферам разработана начиная с карбона.

### ***КЛАСС RADIOLARIA РАДИОЛЯРИИ***

К радиоляриям принадлежат планктонные микроскопические морские животные, ажурный кремневый скелет которых имеет шаровидную, дисковидную или шлемовидную форму с многочисленными тонкими иглами. Размеры его небольшие – менее 1 мм. Скелет является опорой для животного и приспособлен для парения в воде. Радиолярии имеют длинные тонкие псевдоподии, имеющие опорную нить. В целом они устроены сложнее фораминифер.

Радиолярии известны с кембрия.

Современные радиолярии населяют преимущественно тепловодные бассейны, однако они встречаются вплоть до абиссали. Скопления радиолярий образуют такие породы, как трепел (опоку), радиоляриты (окаменевший глубоководный радиоляриевый ил).

### **Геологическое значение радиолярий**

Геологическая история радиолярий начинается с раннего палеозоя. В настоящее время они испытывают расцвет.

В палеозое были наиболее распространены примитивные радиолярии с шаровидной и эллипсовидной формой скелета. В мезозое в составе радиоляриевых сообществ появляются раковины со скелетами шлемовидной формы. В палеогене и неогене в сообществах присутствуют многообразные радиолярии со всеми типами скелетов. Характерны гладкие и иглистые формы раковин самых разнообразных очертаний.

## **Лекция 2**

Раздел 2. Тема 2 Тип губки и тип археоциаты. Раздел 3 Тип Стрекающие Тема 1

**Раздел 2 Тема 2**

**Подцарство многоклеточные. Прimitивные многоклеточные. Тип Губковые. Классы Губки и Склероспонгии (группы Хететоидеи; Строматопороидеи), строение скелета, геологическое значение. Тип Археоциаты. Строение скелета. Образ жизни и геологическое значение.**

## **ПОДЦАРСТВО МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ**

### **Надраздел Прimitивные многоклеточные**

Животные не имеют стабильной дифференциации клеток как по морфологии, так и по положению в теле животного. В мягком теле отсутствуют ткани и органы.

### **ТИП PORIFERA ПОРИФЕРЫ ИЛИ ПОРОНОСЦЫ**

#### **КЛАСС SPONGIA ГУБКИ**

Губки являются одними из самых примитивных многоклеточных животных, они широко представлены в геологической летописи, процветают и поныне.

Губки бывают как морскими и так и пресноводными, одиночными и колониальными многоклеточными бентосными организмами. Они имеют шарообразную, кубковидную, грибовидную, цилиндрическую форму, но нередко образуют неправильной формы наросты на твердом субстрате, известны всверливающиеся губки. Размеры губок от нескольких миллиметров до 1,5 м.

В современных водоемах губки обитают на различных глубинах от 0 до 5000 м и глубже.

В ископаемом состоянии обычно встречаются губки с минеральным скелетом. Его элементы – *спикулы* представляют собой простые или сложные обычно игольчатые образования. Спикулы могут быть рассеяны внутри мягкого тела, а могут срастаться между собой, образуя внутренний каркас – *скелетную решетку*.

Губки получают свою пищу с током воды, проходящем через водно-сосудистую (ирригационную) систему каналов, пронизывающую тело и скелет губок. Поэтому важным систематическим признаком губок является характер и положение отверстий этой системы.

Состав скелета губок бывает минеральный, органический или смешанный. Значительно реже встречаются губки с агглютинированным скелетом.

Состав минерального скелета – кремневый или известковый. В зависимости от состава скелета, формы спикул и типа пространственной скелетной решетки выделяют два подкласса губок: *Silicispongia (Кремневые)* и *Calcispongia (Известковые)*.

Губки являются фильтраторами. Они ведут прикрепленный образ жизни, реже свободнолежачий или всверливающийся.

#### **Род *Ventriculites Mantell***

Бокаловидная губка с удлинёнными отверстиями, расположенными вдоль вертикальных линий ирригационной системы. Верхний край часто отогнутый, складчатый. Центральная полость очень широкая и глубокая. От нижней части кубка отходят корневые выросты. Относится к кремневым губкам. *Верхний мел.*

#### **Геологическое значение губок**

Губки известны с докембрия – с венда. Заросли известковых губок нередко входят в современных и древних состав рифов. Кремневые губки участвуют в формировании осадков типа «стеклянный войлок». Скопления спикул, губок образуют породы спонголиты, участвуют они также в образовании яшм, трепел и опок. Целые скелеты губок встречаются не так часто.

В стратиграфии губки используются мало.

#### **КЛАСС SCLEROSPONGIA СКЛЕРОСПОНГИИ**

Современные склероспонгии – морские колониальные организмы разнообразной формы, высотой до 0,5 м, и поперечником до 1 м. Они обитают в подводных пещерах и гротах коралловых рифов на глубинах до 200 м, отчего их называют также *коралловыми губками*. О близости к губкам представителей этого класса свидетельствуют фильтрационный способ питания через систему множества отверстий и полостей, наличие ирригационной системы и одноосных кремневых спикул. Склероспонгии существуют с *ордовика до ныне*.

Из вымерших склероспонгий наиболее распространены группы неясного систематического ранга - Хететоидеи и Строматопороидеи. Ранее они рассматривались как представители *типа*

*Cnidaria*. В настоящее время выяснено, что по внутреннему строению (наличию спикул и присутствию водно-иригационной системы) хетедоидеи и строматопороидеи наиболее близки не к Книдариям, а к Склероспонгиям.

Колонии Хетедоидей и Строматопороидей были многочисленны в геологическом прошлом. Они являлись одними из каркасостроющих организмам в рифовых структурах.

#### Группа *Chaetetoidea Xemetoudeu*.

Хетедоидеи - колониальные вымершие организмы с карбонатным скелетом. Их колонии (полипняки) обычно массивные, состоят из тонких параллельных или веерообразно расходящихся зооидных трубок. Диаметр трубок 0,16 – 1,2 мм, форма поперечного сечения трубок – округлая, многоугольная или меандрически изгибающаяся. Внутри трубок развиты горизонтальные днища. Колонии могут достигать 1 м в длину. Их форма обычно полусферическая, пластинчатая, желваковидная.

Хетедоидеи существовали с *ордовика по неоген*.

#### Группа *Stromatoporoidea Stromatoporoideu*

Строматораты являются вымершими животными, от которых в ископаемом состоянии сохраняются только известковые слоистые скелеты. Скелеты состоят из многочисленных, последовательно наслаивающихся параллельно друг другу пластин – *ламин*.

Скелеты колоний строматопорат отличаются большим разнообразием как внешней формы, так и размеров. Они бывают *массивными* (желвакообразными, шаровидными, цилиндрическими, пластинчатыми), *ветвистыми* или *обрастающими*. Ламинны состоят из *горизонтальных, вертикальных и пузырчатых элементов*. Скелет был пронизан звездообразными пустотами – *астроризами*, которые не имели самостоятельных стенок.

Строматопороидеи – донные колониальные животные, прикрепленные или свободнолежащие. Могли образовывать банки и рифы, давшие строматопоровые известняки. Жили обычно в нормально-морских условиях, но могли выдерживать колебание солености.

Время существования строматопоридей *средний ордовик – палеоген*.

### **ТИП АРСНАЕОСУАТНИ АРСЕОЦИАТЫ**

Археоциаты являются вымершими *раннекембрийскими* морскими одиночными и колониальными прикрепленными организмами. Их скелет состоит из одной или двух известковых пористых стенок и соединяющих их элементов. О строении мягкого тела археоциат практически нечего не известно. Пористость стенок скелета сближает археоциат с губками. В отличие от губок скелет археоциат не спикульный, а зернистый. Химический состав стенок только известковистый.

Археоциаты были фильтраторами и составляли основную часть неподвижного бентоса раннего кембрия.

Размеры скелетов археоциат: диаметр от 3-5 до 300-500 мм, высота от 6-10 до 80-150 мм. Археоциаты могли быть свободнолежащими, но часто они прирастали к дну при помощи каблочки прирастания.

Обычно в скелете присутствуют *наружная и внутренняя стенки*. Пространство между стенками называется *интерваллюм*. В нем развиваются скелетные образования: вертикальные – *сетты*, горизонтальные – *днища*. Внутренняя часть скелета представляет собой центральную полость. Она обычно свободна, но иногда может быть заполнена скелетными элементами – пузырями, стерженьками и т.п.

По форме существования выделяют *одиночные* археоциаты и *колониальные* археоциаты. Колонии могут быть *массивными* (индивидуумы срастаются друг с другом) и *ветвистыми* (индивидуумы отрастают друг от друга). Внешняя форма скелетов археоциат бывает *тарельчатой, полусферической, бесформенной, конической, грибовидной, цилиндрической*

### **Геологическое значение археоциат**

Археоциаты вместе с водорослями образовывали каркасные поселения и являются древнейшими животными – рифостроителями. Они входили в состав археоциатовых и водорослево-археоциатовых известняков.

Имеют большое значение для стратиграфии раннего кембрия.



**ВЫВОДЫ.** *Существуют одноклеточные и многоклеточные организмы. Наиболее примитивные одноклеточные организмы – прокариоты, не обладают ядром, сохраняющим генетическую информацию. Более сложные, обладающие таким ядром эукариоты, образуют как одноклеточные, так и многоклеточные организмы.*

*К распространенным одноклеточным эукариотам, имеющим минеральный скелет, относятся классы фораминиферы и радиолярии из типа саркодовых. Из-за мелкого размера и частой встречаемости они широко используются при изучении глубоко залегающих толщ осадочных пород.*

*Примитивные многоклеточные из типов губок и археоциат являются самыми древними рифостроителями. Представители археоциат широко применяются для определения возраста кембрийских толщ.*

Контрольные вопросы к разделу 2.

1. *Чем отличаются прокариотные и эукариотные организмы?*
2. *Признаки класса фораминиферы.*
3. *Какой отряд фораминифер характерен для палеозоя?*
4. *Характерные признаки губок?*
5. *Чем отличаются скелеты хететид от скелетов строматопорат?*
6. *Основные отличия скелетов губок и археоциат.*

### **Раздел 3 Тип Стрекающие Тема 1**

*Тип Стрекающие. Класс Сцифоидные. Общая характеристика, геологическое значение. Класс Коралловые полипы, класс: табулятоидеи. Признаки подкласса, образ жизни и геологическое значение.*

#### **НАДРАЗДЕЛ НАСТОЯЩИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ**

Включает организмы, обладающие дифференциацией клеток, имеющие ткани и органы.

#### **РАЗДЕЛ РАДИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫЕ ТИП CNIDARIA КНИДАРИИ (СТРЕКАЮЩИЕ)**

Многочисленные и разнообразные радиально-симметричные животные с двухслойным телом и многочисленными стреккающими клетками.

Мягкое тело животных представляет собой мешок с наружным (эктодерма) и внутренним, гастральным (энтодерма) слоями клеток. Между этими слоями существует в разной степени развитая мезоглея - бесструктурная студенистая прослойка. Ротовое отверстие (глотка) окружено щупальцами, содержащими многочисленные клетки со стрекательными капсулами. Характерна специфическая, не сквозная пищеварительная или гастральная система.

В качестве органов нападения и защиты служат стрекательные клетки, разбросанные по всему телу. Наибольшее количество их сосредоточено в щупальцах. Стрекающие являются хищниками, питающимися личинками яйцами различных животных, мальками рыб, мелкими ракообразными и т.п. В большинстве случаев книдарии обладают внешним или внутренним минеральным скелетом.

#### **КЛАСС СЦИФОИДНЫЕ SCYPHOZOA)**

К сцифоидным относятся настоящие медузы - морские, преимущественно свободноплавающие организмы с четырехлучевой симметрией. Медузы имеет зонтикообразную, колоковидную или округло-кубическую форму. Вдоль края зонтика расположены щупальца. Известны с *венда до настоящего времени*. В ископаемом состоянии встречаются только в виде отпечатков на поверхностях пластов пород.

#### **КЛАСС ANTHOZOA КОРАЛЛОВЫЕ ПОЛИПЫ**

Коралловые полипы являются исключительно морскими, бентосными наиболее высокоорганизованными одиночными и колониальными представителями стреккающих.

Для них характерна обычно складчатая пищеварительная (гастральная) полость, что резко увеличивает ее поверхность.

Большинство коралловых полипов имеет минеральный, реже роговой скелет (*полипняк*). Он состоит из многочисленных однотипных или полиморфных *кораллитов* (скелетов индивидуумов).

Стрекающие живут на всех глубинах. Наибольшего разнообразия достигают на мелководье морских бассейнов тропиков, где образуют разнообразные рифовые сооружения.

Известны с *венда* до *настоящего времени*.

#### **Подкласс *Tabulatoidea* Табулятоидеи**

Вымершие *палеозойские* колониальные кораллы с наиболее просто устроенным скелетом. Полипняк состоит из трубчатых кораллитов небольших размеров и разнообразной формы. Кораллиты имеют хорошо развитую простую стенку и горизонтальные перегородки – *днища (табулы)*. Вертикальные перегородки (*септы*) обычно отсутствуют. Днища бывают разнообразной формы, очень редко не развиты.

#### **Отряд *Favositida* Фавозитиды**

Полипняки массивные или ветвистые. Кораллиты полигонального сечения, призматические, плотно прилегают друг к другу. Днища горизонтальные. Стенки кораллитов ровные или изогнутые. В стенках имеются поры и очень мелкие шиповидные выросты (*септальные образования*).

В продольном сечении фавозитиды напоминают пчелиные соты. Этим объясняется название этого отряда от лат. «*favus*» - «*пчелиные соты*».

Прикрепленный морской бентос, часто являются каркасостроителями палеозойских рифов. Фавозитиды начали существовать в *среднем ордовике*, закончили в *поздней перми*, а возможно в *раннем триасе*.

#### **Отряд *Syringoporida* Сиринопориды.**

Полипняки кустистые, состоят из несоприкасающихся цилиндрических кораллитов. Кораллиты соединены друг с другом тонкими перемычками. Поперечное сечение кораллитов овальное или округлое, днища воронковидные. Название сиринопорид происходит от греч. «*syringes*» – «*трубка*», «*poros*» – «*отверстие*». Их называют также «*кустистые кораллы*».

Сиринопориды являются морским прирастающим бентосом. Существовали с *середины ордовика* до *начала перми*

#### **Отряд *Halysitida* Хализитиды.**

Цепочечные колонии вертикально расположенных кораллитов, срастающихся в двух местах узкими сторонами. Поперечное сечение кораллитов округлое или эллиптическое. Днища горизонтальные. Цепочки образуют петли различных очертаний.

В поперечном сечении колония хализитид напоминают цепь. Этим объясняется название отряда от лат. «*halysis*» – «*цепь, оковы*».

Хализитиды относятся к морскому прирастающему бентосу. Существовали с *среднего ордовика* до *конца силура*.

#### **Подкласс *Heliolitoidea* Гелиолитоидеи**

Колонии массивные разнообразной формы, состоящие из кораллитов и промежуточного скелета. Кораллиты обычно цилиндрические с двенадцатью септальными образованиями и многочисленными днищами. Промежуточный скелет состоит из полигональных трубок или пузырьвидных образований. Название происходит от греч. «*helios*» - «*солнце*», «*lites*» – «*камень*». Гелиолитиды являются морским прирастающим бентосом. Существовали с *среднего ордовика* до *среднего девона*.

## **Лекция 3**

Раздел 3 Тип Стрекающие Тема 2

**Тип Стрекающие. Класс Коралловые полипы, подклассы: четырехлучевые, шестилучевые и восьмилучевые кораллы. Признаки подклассов, образ жизни и геологическое значение.**

#### **Подкласс *Tetracoralla* (Четырехлучевые кораллы), *Rugosa*, (Ругозы)**

Одиночные и колониальные вымершие организмы с известковым скелетом и многочисленными скелетными элементами внутри кораллитов.

На ранних стадиях роста коралла его внутренние поперечные пластины (септы) закладываются закономерно – кратно четырем: вначале закладываются главная и противоположная септы. Затем появляются две боковые и две противоположно-боковые. Все последующие септы закладываются в четырех секторах. Отсюда происходит название – «Четырехлучевые кораллы».

На внешней стенке кораллита часто развиты горизонтальные морщины (*складки, руги*). Это определило другое название подкласса – «Ругозы (*морщинистые кораллы*)».

Во внутренней полости кораллитов находятся разнообразные скелетные элементы: *септы* – вертикальные, радиально расположенные перегородки, *днища* – поперечные перегородки, *пузырчатая ткань (диссепименты)* – внутрискелетные мелкие известковые пластинки, *столбик* – вертикальное образование внутри кораллита.

По присутствию разного количества внутренних элементов выделяют однозонные, двухзонные и трехзонные кораллы. Однозонные кораллы имеют только один тип горизонтальных элементов (днища). Двухзонные кораллы имеют днища и пузырчатую ткань. Трехзонные кораллы имеют днища, пузырчатую ткань и столбик.

*Одиночные ругозы* имеют коническую, цилиндрическую (прямую или изогнутую), грибовидную или дисковидную форму кораллита, иногда встречаются кораллиты тупелькообразной или пирамидальной формы. Ось симметрии кораллита обычно изогнутая. Часто имеют боковой тип прирастания кораллитов к субстрату. Размеры кораллитов в длину до 25 см, в поперечнике – до 6 см.

*Колониальные ругозы* могут иметь массивные полипняки, в которых кораллиты плотно прилегают друг к другу, и кустистые полипняки - кораллиты не соприкасаются друг с другом. Форма колоний бывает *полушаровидная, караваеобразная, пластинчатая*.

Поперечное сечение кораллитов в колонии достигает 4 см, размеры самой колонии – до 1,5 м в поперечнике и 0,5 в высоту.

Четырехлучевые кораллы (ругозы) существовали с *раннего ордовика до перми*. В эволюции ругоз отмечается со временем усложнение строения скелетов за счет появления в них новых скелетных элементов.

Самые древние ругозы появились в раннем ордовике. Они имели только днища и относились к однозонным формам. В конце ордовика появились двухзонные кораллы, обладающие днищами и пузырчатой тканью. С силура известны трехзонные кораллы с днищами, пузырчатой тканью и столбиком.

«Пузырчатые» и «крышечные» кораллы существовали только в силуре и девоне.

Колониальные формы ругоз появились позже одиночных (со среднего ордовика).

Тетракораллы - ругозы являлись обитателями верхней сублиторали нормально-морских бассейнов тропиков и субтропиков. Участвовали в образовании коралловых известняков и рифогенных построек. Имеют большое значение для биостратиграфии и палеогеографии.

#### **Подкласс *Hexacoralla* Шестилучевые кораллы**

Одиночные и колониальные организмы, современные и вымершие. В состав подкласса входят два отряда: бесскелетные формы (*Актинии*) и скелетные формы (*Склерактинии*).

У шестилучевых кораллов количество щупалец, расположенных вокруг щелевидного рта, обычно кратно шести. В гастральной полости находятся 6 или 12 мягких перегородок.

Схема заложения септ у гексакораллов следующая: вначале появляются 6 септ, затем возникает еще 6 септ и т.д. По мере роста кораллита септы удлиняются и возникают от 2 до 6 циклов септ, приподнятых над чашкой.

Внутренние элементы скелета хорошо развиты и представлены *септами, днищеподобными и пузыревидными образованиями, межреберными перегородками.*

*Колониальные склерактинии* образуют колонии различной формы - *пластинчатовидные, шаровидные, желваковидные, бугристые, ветвистые.* Кораллиты часто не имеют самостоятельных стенок. Септы соседних кораллитов могут быть общими и переходят от одного кораллита в другой. Расположение кораллитов бывает плотное - *ячеистое* или вытянутое – *меандроидное.*

*Одиночные склерактинии* имеют морщинистую наружную стенку (эпитеку), не достигающую до верхнего края кораллита. Выше эпитеки находится *краевая зона септ*, не покрытая стенкой кораллита. У некоторых форм эпитека может полностью отсутствовать. Ось симметрии у одиночных форм проходит вертикально.

Первые рифостоящие склерактинии появились в триасе и обитали на мелководье. В юре склерактинии начали проникать в более глубокие части моря.

Современные склерактинии являются основными рифостроителями. Зооиды рифостроителей могут жить на глубинах 15 – 20 м, а в лагунах до 90 м, при температуре 25 – 30 градусов, т.к. для их жизни необходимо обилие кислорода, нормальная соленость, свет (необходим симбионтам кораллов – водорослям). При интенсивном опускании морского дна зооиды надстраивают кораллит и перебираются в его верхнюю часть, так что в нижней части колонии присутствуют только скелеты. Высота коралловых построек может быть несколько сотен метров. Рифовые массивы являются распространенными месторождениями нефти в палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эры.

#### **Подкласс *Восьмилучевые кораллы Octocoralla***

Колониальные кораллы, состоящие из отдельных не соприкасающихся друг с другом кораллитов и соединенные промежуточной тканью – *ценостраком*. Септы в кораллите закладываются кратно восьми. Рот окружен венчиком из 8 щупалец.

Скелет наружный или внутренний, состоит из отдельных спикул известкового или рогового состава. Роговое вещество – белок *горгонин*. Спикулы расположены изолированно или сливаются в плотную или «губчатую» ткань. После гибели животного его скелет обычно распадается на отдельные спикулы

Размеры колоний октокораллов бывают высотой более двух метров.

Октокораллы живут на всех глубинах, достигая глубоководных желобов ультраабиссали («морские перья»). Большинство октокораллов обитают преимущественно на мелководье тропических морей.

Достоверное время существования октокораллов *мел – ныне.*

#### **Геологическое значение коралловых полипов**

Коралловые полипы являются каркасостроящим основанием в современных и древних рифовых массивах. Кроме того, они могут слагать слоистые тела коралловых известняков. Коралловые полипы являются надежным индикатором палеогеографических обстановок.

**ВЫВОДЫ.** *Коралловые полипы с карбонатным скелетом получили широкое развитие с середины палеозоя. Они населяли значительные пространства шельфовых областей теплых морей, образуя биостромы и рифовые массивы. Классификация коралловых полипов основана на особенностях строения стенок и внутренних структур скелета кораллитов. Древнейшие коралловые полипы - табулятоидеи, имели простые полые мелкие кораллиты и образовывали только колониальные формы. Представители подкласса ругоз имели более сложные скелеты. Среди них существуют одиночные колониальные формы. Важными элементами скелета ругоз*

*являлись септы, столбик и диссепименты. Табуляты и ругозы вымерли в конце палеозоя.*

*В мезозое и кайнозое получили развитие шестилучевые кораллы. Они участвовали в образовании многообразных органогенных построек, в том числе и современных рифов. Их скелеты хорошо сохраняются в ископаемом состоянии благодаря хорошо развитым элементам скелета, усложненными межкораллитными перегородками.*

*Остатки кораллов широко используются для определения возраста стратиграфических подразделений.*

**Вопросы к разделу 3:**

- 1. Укажите наиболее характерную особенность стрекающих.*
- 2. У каких подклассов кишечнополостных присутствуют джгутики, столбик и пузырчатая ткань?*
- 3. Основные отличия табулятоидей.*
- 4. Основные признаки ругоз.*
- 5. Чем отличаются восьмилучевые и шестилучевые кораллы?*

## **Лекция 4**

Раздел 4 Надтип Черви и тип Членистоногие

**Надтип Черви Типы Приапулиды. и Кольчатые черви. Общая характеристика, геологическое значение. Тип Членистоногие. Класс Трилобиты. Общая характеристика, деление на подклассы, образ жизни и геологическое значение. Подтип Ракообразные, Классы: ракушковые, усоногие и листоногие рачки. Общая характеристика, геологическое значение.**

## **РАЗДЕЛ ДВУСТОРОННЕ-СИММЕТРИЧНЫЕ**

### **НАДТИП VERMES ЧЕРВИ**

Черви обладают несегментированным или сегментированным двусторонне-симметричным телом, представляющим собой кожно-мускульный мешок, в котором заключены внутренние органы. Конечности у червей отсутствуют.

Черви известны с венда и поныне.

Надтип включает 3 типа: низшие черви, приапулиды и аннелиды (кольчатые черви). В ископаемом состоянии известны только аннелиды.

### **ТИП ANNELIDES, АННЕЛИДЫ (КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ)**

Тело Кольчатых червей заключено в кожно-мускульный мешок и сегментировано.

Примитивные аннелиды имеют на каждом сегменте два *параподия* – выроста, часто увенчанных щетинками. В глотке животного есть роговой челюстной аппарат – *сколекодонты*. В ископаемом состоянии от червей, кроме сколекодонт, сохраняются преимущественно следы жизнедеятельности – следы ползания, проедания грунта, зарывания, реже – отпечатки тела.

Кольчатые черви распространены практически на всех широтах. Они встречаются как в водной среде на всех глубинах вплоть до ультраабиссали, так и на суше.

### **КЛАСС POLICHAETA, ПОЛИХЕТЫ (МНОГОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ)**

Параподии (выросты) полихет всегда имеют пучки многочисленных разнообразных щетинок. Полихеты относятся к бентосу: они ползают по дну, зарываются в грунт или неподвижно прикрепляются к подводным предметам. Часть полихет могут строить *известковые трубки*. В ископаемом состоянии от полихет сохраняются трубки-домики, челюсти (сколекодонты), щетинки, отпечатки тела, следы жизнедеятельности (фукоиды).

#### **Семейство Серпулиды *Serpulida***

Постоянно живут в известковых трубочках, поселяясь на твердых предметах и скелетах животных.

#### **Род *Spirorbis Daudin***

Раковины известковые, спирально-плоскостные, в виде небольших свернутых трубок. Представители рода относятся к эвригалинным организмам, существовали с *ордовика до ныне*.

#### **Род *Serpula Linnaeus***

Имеет скелет в виде трубок неправильной формы. Серпулы являются эвригалинными животными. Иногда бывают порообразующими организмами., существовали *от силура до ныне*, наиболее часто встречаются с *юры*.

### **ТИП ARTHROPODA ЧЛЕНИСТОНОГИЕ**

По видовому разнообразию членистоногие являются наиболее многочисленным из всех, когда-либо существовавших типов животных. Они обитают во всех водных бассейнах, а также на суше, являются единственными из беспозвоночных, освоивших для обитания воздушное пространство.

Членистоногие имеют двусторонне-симметричное сегментированное тело и членистые конечности. Тело покрыто плотной и прочной *оболочкой (кутикулой)*, состоящей из хитина. У членистоногих хорошо развита пищеварительная, нервная, кровеносная, дыхательная, половая, мышечная и выделительная системы. Развита органы чувств, в том числе простые и сложные глаза.

Тело защищено скелетом в виде панциря, створок, щитков и т.п. Скелет хитиновый, но часто пропитан карбонатами. Скелет ограничивает рост членистоногих. Поэтому рост тела сопровождается линькой.

## **ПОДТИП ТРИЛОБИТООБРАЗНЫЕ**

### **КЛАСС TRILOBITA ТРИЛОБИТЫ**

Морские вымершие животные с трехраздельным в продольном направлении *панцирем*, закрывающего спину животного. Тело удлинненное, сегментированное; состоит из головного щита (цефалон), туловища (торакс) и хвостового щита (пигидий). Название класса происходит от сочетания латинских слов «*Tri*» - три, «*Lobos*» – «лопасть»

*Головной щит (цефалон)* – имеет округлую, треугольную или трапециевидную форму (рис.39). Осевая часть головного щита называется *глабель*, имеет шаровидную, грушевидную или цилиндрическую форму, может быть несегментированная или сегментированная. *Щеками* называют боковые части головного щита. На них находятся глаза и проходят *лицевые швы*. По краям цефалона иногда располагаются щечные шипы или утолщенная краевая кайма – *лимб*. На месте сочленения головного и хвостового щитов расположено *затылочное кольцо*.

Глаза трилобитов разнообразны по форме и строению. У некоторых видов они отсутствуют, у других – высоко приподняты. Могут быть развиты *глазные крышки*.

*Туловище (торакс)* состоит из коротких подвижно сочлененных сегментов, их количество от 2 до 44. Центральная часть сегментов (*рахис*) приподнята. В краевых (*плевры*) и в центральной частях могут быть развиты шипы.

*Хвостовой щит (пигидий)* бывает округлой, полукруглой или четырехугольной формы, он может иметь краевые и центральные шипы. Сегментация на пигидии может сохраняться, а также полностью или частично утрачиваться.

Трилобиты населяли моря палеозоя, вели в основном подвижный бентосный образ жизни. Известны немногочисленные плавающие формы. Среди трилобитов существовали растительоядные, илоеды и падалееды. У зарывающихся форм глаза могли редуцироваться или подниматься на «стебельках». Многие трилобиты умели сворачиваться.

Находки трилобитов известны *с кембрия до перми*. Наибольшего расцвета трилобиты достигли в кембрии и ордовике. С середины девона этот класс начал угасать.

По числу сегментов туловищного отдела у трилобитов выделяются два подкласса: Малочленистые, и Многочленистые.

#### **Подкласс *Miomera*, Миомеры (Малочленистые)**

Мелкие трилобиты простого строения. Туловищный отдел состоит из двух или трех сегментов. Головной и хвостовой щиты сходны по строению и размерам. Глаза и лицевые швы часто отсутствуют. Длина панциря обычно 4 – 10 мм. Время существования *кембрий – ордовик*.

#### **Подкласс *Polymera*, Полимеры (Многочленистые)**

Трилобиты средних и крупных размеров, в туловищном отделе бывает от 5 до 44 сегментов.

Головной и хвостовой щиты отличаются между собой строением и часто размерами. Лицевые швы различного положения. К этому подклассу относятся подавляющее число известных трилобитов. Существовали *с кембрия до перми*.

### **Геологическое значение трилобитов**

Трилобиты наиболее важны для стратиграфии кембрийских и ордовикских отложений, для которых существуют зональные схемы трилобитовой последовательности. В меньшей степени трилобиты применяются для стратиграфии силура и девона; в карбоне и перми трилобиты были уже угасающей группой.

## **ПОДТИП CRUSTACEOMORPHA РАКООБРАЗНЫЕ**

Морские, солоновато-водные и пресноводные членистоногие. Дыхание с помощью жабр. Имеют хитиновый или известковый скелет в виде панциря, двустворчатой раковины или домика. Выделяются группы низших и высших раков – примитивных и более сложно устроенных.

## Низшие ракообразные

### КЛАСС *PHYLLOPODA* ФИЛЛОПОДЫ (ЛИСТОНОГИЕ РАЧКИ)

Тело рачка помещено внутри тонкой хитиновой двустворчатой раковины длиной до 30 мм. Сегменты грудного отдела несут листовидные конечности. Раковина имеет полосы нарастания, т.к. филлоподы не сбрасывают раковину. У некоторых видов раковина разделена на сегменты. Живут в пресных и солоновато-водных водоемах. Филлоподы – типичные обитатели озер и рек. Появились в *девоне*, существуют *поныне*. Филлоподы имеют важное значение для стратиграфии континентальных отложений.

### КЛАСС *OSTRACODA* ОСТРАКОДЫ (РАКУШНЯКОВЫЕ РАЧКИ)

Рачок помещается в двустворчатую известковую раковину размером в среднем около 1 мм, но встречены ископаемые формы размером более 3 см. Тело не сегментировано. Остракоды линяют, число линек достигает 11. Раковины могут быть гладкими или скульптурированными бугорками, ребрами или шипами. Остракоды раздельнополюе, раковины самок и самцов обычно различаются между собой. Остракоды ведут бентосный и пелагический образ жизни, обитают в морях, пресноводных и солоновато-водных бассейнах. Существуют с *кембрия поныне*. Важны для стратиграфических сопоставлений морских, солоновато-водных и континентальных отложений.

Макроскопически можно определить только крупные раковины из палеозойского отряда *Лепердитиды*. Раковины *лепердитид* длиной до 3см, с гладкими створками; могут иметь на поверхности выступы и глазные бугорки.

### КЛАСС *CIRRIPEDIA* ЦИРРИПЕДИИ (УСОНОГИЕ РАЧКИ)

Рачки ведут прикрепленный образ жизни, но в стадии личинки свободно плавают. Тело защищено известковыми пластинами. У животного редуцирован головной отдел и плохо развиты ротовые конечности. Рачок прикрепляется спинной стороной к основанию «домика». Время существования от *силура до ныне*.

В ископаемом состоянии наиболее часто встречаются «домики» морских желудей – рода *Balanus*. Их наружный скелет представлен вертикальными или наклонными пластинами, сросшимися друг с другом и приросшими к плоскому основанию. «Домик» болянуса обычно закрыт крышечкой. Эвригалинные жители зон течений. *Средний палеоген – ныне*.

### ПОДТИП *CHELICERATA*, ХЕЛИЦЕРОВЫЕ

Тело хелицеровых состоит из двух отделов: единой *головогруды* и *брюшка*. Хитиноидный панцирь покрывает головогрудь, либо все тело животного. Дыхание у наземных жителей – легкими или трахеями, у водных форм – жабрами. Обладают *хелицерами* – раздвоенными клешнеобразными передними конечностями.

К этому подтипу относятся разнообразные водные и наземные членистоногие - пауки, скорпионы, мечехвосты и др.

### КЛАСС *MEROSTOMATA* МЕРОСТОМАТОВЫЕ

#### Подкласс *Eurypteroidea*, Эвриптероидеи

Головогрудь у эвриптероидей представляет собой несегментированное образование с шестью парами конечностей. Имели две пары глаз: крупные сложные фасеточные и маленькие простые. Сегментированное брюшко состоит из 12 подвижных члеников, которые постепенно сужались к заднему концу. Брюшко оканчивалось шипом – *тельсоном*. Размеры от 10-20 см до 2 м. По образу жизни относятся к плавающим или ползающим придонным эвригалинным животным. *Ордовик – пермь*.

### ПОДТИП *TRACHEATA* ТРАХЕЙНЫЕ

#### Класс *INSECTA* Насекомые

Тело состоит из головы, груди и брюшка, покрытых хитиновой оболочкой – кутикулой. Размеры животных от 0,2 мм до 33 см. На голове находятся глаза и 4 пары конечно-стей. Первая пара – антенны, три остальных жвалы. Грудь состоит из 3-х



сегментов, каждый из которых имеет пару ног (шестиногие). Последние два сегмента обычно несут крылья. Брюшко состоит из 5 – 11 сегментов, не имеющих конечностей. Дышат трахеями. Развиваются путем метаморфоза. Некоторые насекомые (ручейники) строят агглютинированные трубочки – «домики».

Насекомые появились в девоне. В настоящее время они испытывают расцвет. Живут на суше, реже в пресных водоемах и море. Освоили воздушную среду.

Наиболее древние насекомые были бескрылые.

**ВЫВОДЫ.** *Кольчатые черви встречаются во всех широтах как в воде, так и на суше. Кольчатые черви, ведущие неподвижный образ жизни, строят наружный скелет.*

*Членистоногие наиболее обширный тип беспозвоночных. Для них характерно сегментированное тело и парные членистые конечности. Тело трилобита покрыто сверху хитиновым, пропитанным карбонатом, панцирем, который и сохраняется в ископаемом состоянии. В процессе эволюции трилобитов наблюдается постепенное ослабление и исчезновение следов членистости глабел, появляется лицевой шов, формируется хвостовой щит за счет неподвижного соединения члеников задней части туловища. Классификация трилобитов основана на различии в строении панциря у разных представителей класса. По числу сегментов туловищного отдела выделяют два подкласса: малочленистые и многочленистые трилобиты.*

*Эвриптероидеи обитали в солоноватоводных и пресных бассейнах. Они появились в ордовике и вымерли в перми.*

*Насекомые является наиболее многочисленным классом среди членистоногих. В геологии насекомые используются нечасто из-за редкости находок в ископаемом состоянии и обычно их плохой сохранности. Однако некоторые группы с успехом используются в стратиграфии континентальных отложений палеозоя и мезозоя и, в частности, ручейники.*

#### **Вопросы к разделу 4:**

1. *Образ жизни и морфологические признаки полихет.*
2. *Время существования и морфологические признаки трилобитов?*
3. *Остатки каких низших раков наиболее часто встречаются в ископаемом состоянии?*
4. *Геологическое значение эврипид.*
5. *Образ жизни и морфологические признаки насекомых.*

## **Лекция 5**

Раздел 5 Тип Моллюски. Тема 1 и тема 2

**Тип Моллюски. Класс Гастроподы. Признаки класса, морфология раковины, образ жизни, геологическое значение. Класс Двустворчатые моллюски. Признаки класса, принципы систематики, образ жизни, геологическое значение.**

### **ТИП MOLLUSCA МОЛЛЮСКИ**

Моллюски являются вторым по величине типом беспозвоночных животных. Они обитают в морских, солоноватоводных или пресноводных бассейнах, а некоторые из них живут на суше. Большинство моллюсков относятся к бентосным организмам.

Моллюски имеют не сегментированное мягкое тело, в состав которого входит специальный орган – *нога*. Тело сверху и с боков покрыто мантией – особой складкой кожи. У моллюсков хорошо развиты нервная, пищеварительная, кровеносная, половая и выделительная системы. Дыхание производится жабрами или легкими. Большинство моллюсков обладает известковой раковинной.

Форма и строение тела, тип раковины, характер внутренних органов моллюсков широко видоизменяются и являются основой для выделения их классов. Особую роль играет строение ноги: у одних моллюсков она имеет подошвообразную форму и служит для ползания; у других – узкую и клиновидную, помогающую углубляться в ил; у третьих – превращена в щупальца. Столь же разнообразен и тип строения раковины. Наиболее распространены представители классов брюхоногих, топороногих (двустворчатых) и головоногих моллюсков.

### **КЛАСС GASTROPODA, ГАСТРОПОДЫ (БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ)**

Мягкое тело гастропод асимметричное, обычно заключено в полую известковую раковину, прикрепляясь к ней мускулами. В теле обособлены *голова и туловище*. Туловище включает покрытые *мантией* внутренние органы и *ногу*. Нога обычно толстая, уплощенная, располагается на брюшной стороне мягкого тела сзади головы и служит для движения животного. У одного из отрядов гастропод, ведущих планктонный образ жизни, нога преобразилась в два плавника. На теле есть трубкообразный вырост – *сифон*, по которому вода попадает внутрь мягкого тела. На брюшной стороне головы расположен рот, на языке его есть терка (радула), состоящая из хитиновых зубчиков.

Тело может втягиваться в раковину через отверстие в ней – *устье*. Подошва ноги или специальная хитиновая *крышечка* часто при этом закрывает устье, изолируя раковину от окружающей среды. Водные гастроподы дышат жабрами, а наземные – «легкими». На голове гастропод присутствует одна или две пары *щупалец*, на верхнем из которых находится пара *глаз*.

Раковина гастропод состоит из кальцита или арагонита, имеет трехслойную стенку. Наружный слой имеет хитиновый состав и часто окрашен, средний – призматический или фарфоровидный (белого цвета), внутренний слой – перламутровый.

По образу жизни гастроподы подразделяются на водные и наземные, для большинства них характерен бентосный образ жизни. Они могли существовать в разнообразных по солености водных бассейнах – являются эвригалинными животными. Появились в *кембрии* и *существуют поныне*. Сейчас гастроподы находятся в стадии расцвета.

Форма раковин гастропод бывает чаще всего *спиральнозавитой*, реже – *колпачковидной* и очень редко *клубкообразной*. Среди спиральнозавитого типа раковин существуют *спирально-плоскостные*, *спирально-конические* и *спирально-винтовые* (башенковидные) формы, а также много переходных форм.

Общее очертание спиральнозавитых раковин зависит а) от типа возрастания высоты оборотов: медленного и равномерного или быстрого и резкого; б) отношения высоты завитка к последнему обороту.

Среди спиральнозавитых раковин преобладают правозавитые. У правозавитых, если смотреть на раковину сверху, спираль навивания оборотов раковины закручена по ходу часовой стрелки, у левозавитых – против часовой стрелки.

У раковины выделяют *вершину, завиток и последний оборот*. По соотношению высоты завитка к последнему обороту выделяют *низкоконические, обратноконические, среднеконические и башенковидные* типы раковин.

Сообщение животного с внешней средой происходит через *устье* – открытый конец раковины. По форме устья выделяют нецельнокрайнее (*сифностомное*) и цельнокрайнее (*голостомное*). Сифностомное устье имеет выступ (сифональный канал) или выемку (сифональный вырез) для поддержания сифона. Голостомное устье гладкое или может иметь вырез - *мантийную щель*. В устье различается наружный край (*наружная губа*) и внутренний край (*внутренняя губа*).

Раковины гастропод обычно скульптурированы *ребрами, бугорками, шипами* и т.п. По расположению элементов выделяют *радиальный, концентрический, спиральный, осевой (поперечный) и сетчатый* типы

При росте раковины ее обороты с внутренней стороны могут плотно срастаться друг с другом, образуя известковый *столбик*. В случае не полного соприкосновения оборотов между ними образуется зияние – *пупок*, который может проходить по всей раковине (*настоящий пупок*) и только на последнем обороте (*ложный пупок*). У последнего оборота пупок часто зарастает пластинкой – разросшейся частью края устья, образуя т.н. «*мозоль*».

У некоторых форм на внутренней части оборотов образуются складки. При этом объем внутренней полости сокращается, а раковина становится прочнее.

Краевые части устья называются *губами*, выделяют *наружную* (с внешней стороны оборота) *внутреннюю* (с внутренней стороны оборота) губы. Губы могут быть украшены выступами, валиками и ребрами.

Внутри класса гастропод выделяют три подкласса, объединяющие животных по способу дыхания и положению сердца.

#### **Подкласс *Prosobranchia* Переднежаберные**

Представители этого подкласса имеют одну или две жабры, расположенные впереди сердца. Подавляющее большинство переднежаберных являются морскими донными животными.

#### **Отряд *Archaeogastropoda* Археогастропода**

Форма раковины археогастропод колпачковидная, спирально-плоскостная или спирально-коническая с голостомным устьем. Может присутствовать мантийная щель и, как результат ее зарастания – мантийная полоска на всех оборотах раковины. *Кембрий – ныне*.

#### **Род *Patella* Linnaeus**

Раковина колпачковидная с почти центральной вершиной и полым овальным основанием – устьем. Скульптура радиально-ребристая. Относятся к растительноядным организмам, живут на литорали или в зоне прибоя, присасываясь к поверхности скал. *Палеоген – ныне*.

#### **Род *Bellerophon* Montfort**

Раковина шаро - или бочкообразная, спирально-плоскостная, Состоит из быстро возрастающих оборотов, обычно полностью перекрывающих друг друга. Устье широкое, округлое; имеется узкая мантийная щель, зарастание которой на ранних оборотах приводит к образованию мантийной полоски. *Силур – ранний триас*.

#### **Отряд *Mesogastropoda* Мезогастропода**

Раковина спирально-коническая или спирально-винтовая. Растительноядные и хищные. *Ордовик – ныне*.

#### **Род *Nerinea* Defrance**

Раковина, спиральнозавитая, высокая, башенковидная. Состоит из многочисленных быстро нарастающих оборотов; поперечное сечение оборотов округленно-ромбическое. Устье имеет короткий сифональный канал. Вдоль линии соприкосновения оборотов на наружной поверхности обычно имеются ребра. С внутренней стороны оборотов развиты спиральные внутренние складки. Присутствует сплошной столбик. *Юра – мел.*

#### **Род *Turritella Lamarck***

Раковина спиральнозавитая, высокая, башенковидная с большим числом постепенно нарастающих оборотов. Устье округленное, голостомное. Скульптура представлена спиральными ребрами. Присутствует сплошной столбик. *Мел – ныне.*

#### **Род *Viviparus Montfort***

Раковина, удлиненная, спиральнозавитая, с немногочисленными выпуклыми оборотами. Высота последнего оборота почти равна высоте завитка. Вершина раковины притуплена. Устье цельное, округлое, заостренное вверх. Живородящие. Обитатели пресных водоемов. *Мел – ныне.*

#### **Род *Natica Scopoli***

Раковина, толстостенная, гладкая, спиральнозавитая, шарообразная или яйцевидная. Последний оборот сильно вздут, почти полностью перекрывает предыдущие обороты. Высота и ширина у раковины почти равные. Устье округленное, голостомное, сужающееся кверху; наружная губа заострена. Пупок широкий, внутренняя губа с мозолевидным утолщением, часто закрывающим пупок. Морские хищники просверливают раковину жертвы. *Палеоген – ныне.*

#### **Отряд *Neogastropoda Неогастропода***

Раковина спирально-коническая и спирально-винтовая с хорошо развитым сифональным каналом, часто имеет массивную разнообразную скульптуру. *Мел – ныне.*

#### **Род *Rapana Schumacher***

Раковина, толстостенная, спиральнозавитая, с невысоким ступенчатым завитком и очень крупным суженным книзу последним оборотом. Высота последнего в несколько раз превышает высоту завитка. Скульптура в виде спиральных ребер и складок, а также низких бугорков на киях оборотов. Устье сифоностомное, неправильно-овальной формы, внутренняя губа отгибается наружу. Пупок ложный. Морские хищники, обычно открывают ногой раковину жертвы. *Палеоген – ныне.*

#### **Подкласс *Заднежаберные Opisthobranchia***

К этому подклассу относятся гастроподы с жабрами, расположенными сзади сердца. Раковина спирально-коническая, часто редуцирована или полностью отсутствует. Обычно морские жители, бентосные и планктонные. У планктонных форм нога может быть преобразована в два плавника - «крыла», с помощью которых возможно парение в толще воды. Такие представители заднежаберных объединены в отряд Птеропода (*Pteropoda*) – крылоногие. Заднежаберные гастроподы известны с *карбона до ныне.*

#### **Подкласс *Pulmanata Легочные***

Представители подкласса легочных освоили для жизни наземную среду. Функцию дыхания выполняют легкие. Подкласс включает раковинные и безраковинные формы (голые слизни). Раковины легочных гастропод обычно тонкие и гладкие, спирально-плоскостные, спирально-конические, спирально-винтовые, редко колпачковидные. Представители подкласса обитают в основном в пресных водоемах и на суше. Растительоядные, редко хищники. Известны с *карбона до ныне.*

#### **Род *Lymnaea Lamarck***

Раковина тонкостенная, гладкая, спиральнозавитая, высокая веретеновидная, состоящая из небольшого числа оборотов, быстро возрастающих в высоту. Высота последнего оборота превышает высоту завитка. Вершина раковины узкая заостренная. Устье овальное, суженное кверху, с острой наружной губой и широким и тонким отворотом внутренней губы. Обитатели пресных водоемов, всеядные. Палеоген – ныне.

### Род *Planorbis* Geffroy

Раковина тонкая, спирально-плоскостная с небольшим числом постепенно возрастающих оборотов. Устье цельное, овальное или округлое. Бывают правозавитые и левозавитые формы. Обитатели пресных водоемов. *Палеоген – ныне.*

### Род *Helix* Linnaeus

Раковина тонкая, спирально-завитая от конической до шаровидной формы с постепенно возрастающими выпуклыми оборотами. Ширина и высота раковины почти равны. Устье цельное, овальное с широким отворотом внутренней губы, который частично закрывает пупок. Нижний край наружной губы отогнут наружу. Наземные, растительноядные организмы. *Неоген – ныне.*

### *Геологическое значение гастропод*

Гастроподы появились в кембрии. Расцвет группы приходится на мезозой и кайнозой. Самая древняя ветвь гастропод – переднежаберные археогастроподы имели колпачковидные или спирально-плоские раковины. В карбоне от археогастропод произошли заднежаберные и легочные, которые достигли расцвета в настоящее время. Современные гастроподы распространены очень широко – заселяют все части моря от литорали до абиссали. Освоили все материковые воды (соленые, солоноватые и пресные) от тропиков до полярных стран. Некоторые гастроподы утратили раковину. Для большинства гастропод характерен бентосный образ жизни – они медленно ползают по поверхности грунта, по водорослям и камням. Некоторые гастроподы зарываются в илистый осадок или прикрепляются к камням или водорослям. Среди них присутствуют растительноядные, хищники (просверливают или открывают раковины), каменсалы, фильтраторы.

### **КЛАСС BIVALVIA ДВУСТВОРЧАТЫЕ (ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ)**

Употребляются другие названия этого класса:

**PELECYRODA ПЕЛЕЦИПОДЫ (ТОПОРОНОГИЕ)**

**LAMELLIBRANCHIATA ЛАМЕЛЛИБРАНХИАТЫ (ПЛАСТИНЧАТОЖАБЕРНЫЕ)**

**ASCERHALA АЦЕФАЛЫ (БЕЗГОЛОВЫЕ)**

Двустворчатые моллюски (пелециподы) являются господствующая в настоящее время группой беспозвоночных, обитающих в морских, солоновато-водных и пресноводных бассейнах. Подавляющее большинство пелеципод являются жителями мелководья. Их мягкое тело заключено в известковую двустворчатую раковину, нога большая, плотная, топоровидная или клиновидная, расположена в передней части тела. Дыхание осуществляется при помощи двух пар жабр, имеющих вид пластинчатых решеток. Тело животного двусторонне-симметричное, несегментированное, покрыто с боков двумя лопастями мягкой ткани - *мантией*. Голова не обособлена от туловища. На брюшной стороне развита мускулистая *нога* удлинённой или клиновидной формы. Нога выходит между створок и служит для ползания или зарывания в грунт. На ноге у некоторых пелеципод имеется специальная железа, выпускающую *биссус* - хитиновые нити, которые служат для прикрепления к субстрату.

Щелеобразный рот расположен в передней части тела. Основная пища – планктон и органический детрит. Раковина выделяется мантией. Участки мантии на заднем конце у зарывающихся в грунт двустворок вытягиваются в виде двух трубок, которые называются *вводным и выводным сифонами*. Краевая часть мантии прикрепляется к внутренней поверхности раковины на некотором удалении от ее края, образуя на створках четкую *мантийную линию*. При развитии сифонов в задней части мантийной линии есть изгиб – *мантийный синус*.

Соединение створок осуществляется двумя механизмами: при помощи хитиновой складки – *лигамента* и внутренних замыкающих мускулов – *аддукторов* состоящих из уплотненной мягкой ткани. Открытие раковины производится путем сокращения связки, а закрытие – сокращением мускулов.

### **Строение раковины**

Раковина состоит из трех слоев: наружного (органического) и внутренних (карбонатных) – призматического и пластинчатого (перламутрового). У пелеципод различают *правую и левую створки*. Начальная часть створок – *макушка* обычно возвышается над остальной частью раковины. Форма створок изменчивая. Выделяют *овальную, ножевидную, коническую, округлую и треугольную форму раковин*

Плоскость симметрии раковины большей частью проходит между створками, а не между макушками, как у брахиопод. Однако у прирастающих и свободнолежащих форм створки бывают несимметричными. По положению макушки выделяют *равносторонние створки* (макушка занимает центральное положение) и *неравносторонние створки* (макушка сдвинута вперед или назад от центра). Большинство двустворок имеет *равностворчатую раковину*, однако у прирастающих и лежащих форм раковины могут быть *неравностворчатыми*, когда одна из створок больше другой. Одна створка может иметь форму глубокого конуса, а другая – плоской крышки.

Верхний край раковины, вдоль которого соединяются створки, называется *смычным (спинным, замочным)*; на нем расположены связка (хитиновый лигамент) и *замок* (выросты и впадины на внутренней стороне). Противоположный край раковины называется *брюшным*. В мягком теле животного у переднего края раковины расположен рот, у заднего – сифоны и анальное отверстие.

Смычной (спинной, замочной) край бывает длинный и короткий, прямой или изогнутый. Боковые края створок у смычного края могут быть оттянуты в виде «ушек». Поверхность раковины может быть гладкой или скульптурированной. Типы скульптуры – (рис.68) *радиальная, концентрическая, сетчатая и косопоперечная*. У некоторых форм скульптура отсутствует. На поверхности створок обычно сохраняются *следы нарастания*, проходящие параллельно краю раковины. Они фиксируют остановки во время роста раковины и позволяют проследить изменения очертания створок в процессе онтогенеза.

Створки обычно плотно прилегают друг к другу. У зарывающихся форм бывает зияние между створками (не полное смыкание). Оно предназначено на переднем крае для выхода ноги, на заднем – для выхода сифонов. Такие раковины называются *зияющими*.

#### **Внутреннее строение створок.**

На внутренней стороне створок можно наблюдать следы прикрепления мягкого тела (число и расположение мускульных отпечатков, форма мантийной линии и особенности связки), а также строение зубного аппарата. Связка – хитиновое эластичное образование, которое служит для раскрытия створок, расположено у макушки снаружи или внутри в специальной выемке. Связка может быть *простой и сложной, наружной, внутренней* или занимать промежуточное положение: находиться частично снаружи, а частично внутри или быть *полувнутренней*.

Мантийная линия (место прикрепления мантии к внутренней стороне створки) бывает цельная или с выемкой – мантийным синусом (м.с.). Присутствие мантийного синуса указывает на присутствие у раковин сифонов.

Мускульные отпечатки – место прирастания мускулов - замыкателей (аддукторов). Раковины могут иметь один или два мускула, равные или неравные между собой.

Замочный аппарат (замок) расположен вдоль утолщенного смычного края с внутренней стороны створки. Представлен выступами – *зубами* на одной створке и соответствующими им впадинами – *зубными ямками* на другой створке.

Систематика ископаемых двустворчатых моллюсков основана на строении замка.

По особенностям строения замка выделяют следующие отряды:

- ***Рядозубые (Таксодонты) Taxodonta*** – раковины равносторонние, замок состоит из ряда зубов сходного строения.
- ***Беззубые (Дизодонты) Dysodonta*** – раковины равностворчатые и неравностворчатые, зубной аппарат отсутствует.
- ***Расщепленнозубые (Шизодонты) Schizodonta*** – раковины равностворчатые, разнообразно скульптурированные. Зубной аппарат представлен крупным зубом с

поперечными насечками, расположенным под макушкой и более мелкими латеральными зубами.

- **Разнозубые (Гетеродонты) *Heterodonta*** – раковина равностворчатая, зубной аппарат состоит из кардинальных зубов, расположенных около макушки и латеральных зубов, расположенных по краям.

- **Толстозубые (Пахиодонты) *Pachyodonta*** – раковина неравностворчатая, часто роговидная, замочный аппарат представлен массивными изогнутыми выступами.

- **Связкозубые (Десмодонты) *Desmodonta*** – раковины равностворчатые. Створки соединяются связкой, расположенной под макушкой в специальной выемке, под макушкой второй створки выемке соответствует выступ.

### Отряд *Taxodonta* Таксодонты (Рядозубые)

#### Род *Arca* Linnaeus

Раковина средних размеров, зияющая, трапезиевидная, с макушками, приближенными к переднему краю. В задней части створок развит киль. Ребристость радиальная. Замочный край прямой, длинный, зубы мелкие. Мантийная линия цельная. Обитают на скалистых грунтах морских бассейнов. *Юра – ныне.*

### Отряд *Dysodonta* дизодонты (Беззубые)

#### Род *Gryphaea* Lamarck

Левая створка сильно выпуклая с клювовидно загнутой центральной макушкой. Правая створка плоская или вогнутая. Мускул один, крупный. Раковина толстостенная, пластинчатая (многослойная). Раковины свободно лежали на дне. Морские жители. *Юра.*

#### Род *Ostrea* Linnaeus

Раковина средних и крупных размеров, резко неравностворчатая, изменчивых очертаний. Макушки низкие, уплощенные. Левая створка обычно более выпуклая. Створки толстые пластинчатые (многослойные). Скульптура «смазанная», не постоянная. Имеет концентрические и радиальные элементы, отличающиеся на правой и левой створках. Связка внутренняя, расположена под макушкой. Мускул единичный, крупный. Раковины прикрепляются цементацией или свободно лежат на дне. Поселяются группами (устричные банки). Морские жители, *Мел – ныне.*

#### Род *Inoceramus* Sowerby in Parkinson

Раковина разнообразной формы и размеров с макушками, приближенными к переднему краю. Створки толстые с сильно развитым призматическим слоем. Скульптура резкая, концентрическая в виде ребер-складок, часто проявленных и на внутренней стороне створок. Отпечаток переднего мускула значительно меньше заднего. Морской бентос, *юра – мел.*

#### Род *Mytilus* Linnaeus

Раковина от мелких до крупных размеров, равносторонняя, удлиненно-клиновидной формы, с конечно расположенными макушками. Смычной край прямой, наклонен назад, вдоль него протягивается наружная связка. Передний край редуцирован. Прикрепление раковины происходит биссусом. Отпечаток заднего мускула длинный, отчетливый, отпечаток переднего мускула маленький сдвинут под макушку. Мантийная линия цельная. Существуют с *поздней юры по ныне.*

#### Род *Buchia* Rouillier

Раковина неравностворчатая, неравносторонняя. Левая створка более выпуклая с загнутой клювовидной макушкой. Макушки смещены относительно друг друга, повернуты в разные стороны и левая возвышается над правой. Скульптура концентрическая. Отпечаток переднего мускула значительно меньше заднего. Морской бентос, *средняя юра – ранний мел.*

#### Род *Chlamys* Roding

Раковина крупных и средних размеров, округленная с прямым смычным краем и хорошо развитыми «ушками». Створки слабо выпуклые. Макушка низкая треугольная, не

выступает за смычной край. Ребристость радиальная, представлена грубыми ребрами и складками, отражающимися на внутренней стороне створок. Связка внутренняя, расположена в треугольной ямке под макушкой. Мускульный отпечаток крупный, один, приближен к переднему краю. Морской бентос, *триас – ныне*.

#### **Отряд *Schizodonta шизодонта (Расщепленнозубые)***

##### **Род *Trigonia Brugiere***

Раковина средних и крупных размеров, равностворчатая и неравносторонняя. Очертания створок треугольные; от макушки к заднему краю протягивается киль (перегиб створки). Ребра на переднем поле створок концентрические, на заднем поле – радиальные. Замочный край дуговидный с крупными зубами, имеющими поперечные насечки. На правой створке – два широко рвленные зуба, на левой – массивный центральный зуб. Морской бентос, *поздний триас – ранний мел*.

##### **Род *Unio Philipsson***

Раковина гладкая, средних и крупных размеров, удлинненно-овальная, равностворчатая, неравносторонняя. Зубной аппарат состоит из кардинальных зубов, один из которых расщеплен, и длинных задних боковых зубов. Связка наружная, мускульных отпечатков два. Мантийная линия цельная. Имеет толстый перламутровый слой. Живет в пресных водах, внутри раковины могут образовываться маленькие жемчужины. *Юра – ныне*.

#### **Отряд *Heterodonta гетеродонта (Разнозубые)***

##### **Род *Mastra Linnaeus***

Раковина округленно-треугольная, средних или крупных размеров. Макушки смещены к переднему краю. Раковина гладкая или концентрически-ребристая, имеет линии нарастания. Замок хорошо развит: на правой створке имеется два кардинальных зуба и по два передних и задних латеральных. На левой створке количество зубов вдвое меньше. Мантийная линия с неглубоким синусом. Морской и солоновато-водный бентос. *Средний палеоген – ныне*.

#### **Отряд *Desmodonta десмодонта (Связкозубые)***

##### **Род *Mya Linnaeus***

Раковина овальная средних и крупных размеров, зияющая сзади и часто спереди. Ребра концентрические. Макушки маленькие почти центральные. Под макушкой левой створки находится ложковидный выступ для внутренней связки. Под макушкой первой – соответствующая выемка. Мантийная линия с глубоким синусом. Два мускула. Зарывающиеся морские жители. *Поздний палеоген – ныне*

#### **Отряд *Pachyodonta пахиодонта (Толстозубые)***

##### **Род *Diceras Lamarck***

Раковина крупная, гладкая, вздутая, неравносторонняя. Правая створка немного больше левой. Макушки обеих створок роговидно закручены вперед. На правой створке присутствуют крупные толстые изогнутые зубы – кардинальный и передний боковой. На левой створке имеется изогнутый передний боковой зуб. Наружная связка находится в узкой борозде. Морские прирастающие или погруженные в осадок жители. *Поздняя юра*.

#### ***Геологическое значение двустворчатых моллюсков***

Двустворчатые моллюски появились в кембрии, но в палеозое были немногочисленны. В мезозое начался их расцвет, который продолжился в кайнозое.

В кайнозое бывают пороодообразующими (пелециподовые известняки).

Двустворчатые моллюски – бентосные эвригалинные организмы. Среди них есть формы, которые ползают или свободно лежат на дне, или зарываются на разную глубину в грунт, прикрепляются к камням или водорослям, высверливаются в камни или древесину. Могут образовывать поселения – «банки».

## **Лекция 6**

Раздел 5 Тип Моллюски. Тема 3

***Класс Головоногие моллюски. Подклассы Наутилоидеи, Ортоцератоидеи, Эндоцератоидеи, Аммоноидеи. Принципы систематики, образ жизни, геологическое***



**значение. Подкласс Колеоидеи, Надотряд Белемноидеи Общая характеристика. Образ жизни, геологическое значение.**

### **КЛАСС СЕРНАЛОРОДА ЦЕФАЛОПОДЫ (ГОЛОВОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ)**

Головоногие моллюски являются наиболее высокоорганизованной группой беспозвоночных. Из современных животных к ним относятся кальмары, каракатицы, осьминоги, наутилусы. Головоногие обитают в морях нормальной солености и ведут активно плавающий хищный образ жизни.

Все цефалоподы двусторонне-симметричные животные с длинным или коротким туловищем и хорошо развитой *головой* и *глазами*. Тело покрыто *мантией*, которая плотно прилегает к нему, а на брюшной стороне животного образует *мантийную полость*, открывающуюся впереди. Нога преобразована в венчик *щупалец*, сросшихся с головой, и *воронку*. На щупальцах есть *присоски* и *крючки*. Число щупалец у разных групп головоногих варьирует, а сами щупальца служат для передвижения, захвата пищи и обороны от врагов. Рот расположен в центре венца щупалец и снабжен двумя клювообразными известково-роговыми челюстями. Их остатки называются *ринхолитами*. В глотке расположена *терка (радула)*, служащая для перетирания пищи. Нервные узлы сконцентрированы в сплошную массу – «*головной мозг*», заключенную в хрящевую капсулу. Имеется 2 или 4 жабры, сложная пищеварительная система. Верхнюю часть головы часто прикрывает капюшон, часто снабженный минеральной крышечкой – *аптихом*.

Передвижение головоногих при помощи воронки происходит следующим образом: вода через широкую щель всасывается в мантийную полость и оттуда с силой выталкивается через воронку. Реактивная сила струи воды толкает моллюска задним концом тела вперед. У некоторых современных головоногих есть чернильный *мешок*.

Головоногие обладают наружным или внутренним скелетом, имеющим вид прямой или спиральной раковины, стержня или пластины. Их скелет – раковина, разделена *перегородками* (септами) на камеры. Тело животного располагается в переднее (*жилой камере*), остальные камеры полые внутри и называются *воздушными*. Их совокупность образует *фрагмакон*. Перегородки прикрепляются изнутри к стенке раковины и в месте прикрепления образует линию прикрепления перегородки – *перегородочную линию*. Воздушные камеры сообщаются между собой *сифональными отверстиями*, расположенными в перегородках. Через них проходит мягкий тяж (*сифон*), являющийся выростом задней части тела животного. В местах прохождения сифона через перегородки для его поддержания у краев перегородок образуются *септальные трубки*. Они образуют канал, служащих для газообмена и водообмена в воздушных камерах.

Стенки раковины состоят из трех слоев: наружного органического и двух известковых – фарфоровидного и перламутрового; перегородки формируются перламутровым слоем. У некоторых цефалопод раковина заключена внутри мягкого тела, а иногда полностью редуцирована. Внутренняя раковина обычно сложена арагонитом. У раковины выделяют *брюшную, спинную и боковые стороны*.

В класс головоногих входят семь подклассов, которые различаются по положению и размерам сифона, строению септальных трубок, форме раковин и характеру перегородок, числу жабр и количеству и строению рук.

Представители почти всех подклассов являются вымершими. В настоящее время существуют немногочисленные представители подкласса Nautiloidea и более многочисленные представители подкласса Coleoidea

#### **ПОДКЛАСС NAUTILOIDEA НАУТИЛОИДЕИ**

Раковина прямая, изогнутая или свернутая в плоскую спираль, иногда боченковидная. Поверхность обычно гладкая. Перегородочные линии от прямой до различной степени волнистости. Сифон центральный. Короткие септальные трубки

направлены назад. Наутилоидеи известны с *позднего кембрия до ныне*. В настоящее время существует один представитель этого подкласса – *p. Nautilus*, обитающий на глубинах от 100 до 600 м.

#### **ПОДКЛАСС ORTHOCERATOIDEA ОРТОЦЕРАТОИДЕИ**

Раковина от прямой до слегка изогнутой, гладкая, реже с поперечной кольчатой и продольной скульптурой. Перегородки линзовидно-вогнутые. Перегородочная линия почти прямая. Сифон узкий, центральный или субцентральный. Септальные трубки короткие, прямые. Существовали от *ордовика до триаса*

#### **ПОДКЛАСС ENDOCERATOIDEA ЭНДОЦЕРАТОИДЕИ**

Наиболее крупные вымершие ордовикские головоногие, самые крупные из которых могли достигать в длину 3 м. Раковины эндоцератоидеи обычно прямые и редко слабоизогнутые. Перегородки простые, слегка вогнутые. Перегородочная линия прямая. Сифон очень широкий, расположен с краю. Септальные трубки длинные, доходят до следующей перегородки и заходят в предыдущую септальную трубку. Развита внутрисифональные отложения (*эндоконы*), представленные известковыми коническими образованиями. Поверхность гладкая или с поперечной кольчатой скульптурой. *Ордовик*.

#### **ПОДКЛАСС AMMONOIDEA АММОНОИДЕИ**

Самый многочисленный подкласс, который объединяет разнообразных головоногих, обладающих преимущественно плоскоспиральной раковиной, сложнакладчатыми перегородками между камерами и узким сифоном, расположенным обычно с краю. Представители подкласса характеризуются быстрыми темпами эволюции, что приводило к быстрой смене таксонов во времени и небольшому интервалу их существования. В связи с этим аммоноидеи имеют большое биостратиграфическое применение.

Форма раковины аммоноидей весьма разнообразная. Она бывает обычно *мономорфной* - обороты раковины расположены в одной плоскости и в различной степени перекрывают друг друга, и много реже – *гетероморфной*: спирально-конической, клубкообразной, с коленообразными перегибами и т.п.

Обороты раковины могут соприкасаться и перекрывать друг друга, но могут и не соприкасаться. Среди плоскоспиральных раковин выделяют *эволютные* (необъемлющие), у которых обороты только соприкасаются и снаружи видны все обороты, *инволютные* (объемлющие), у которых последний оборот перекрывает все предыдущие, и переходные формы.

Поперечное сечение раковины имеют различные очертания и зависят от соотношения высоты и ширины оборотов

Поверхность раковины аммоноидей бывает гладкой или скульптурированной. Скульптура может быть радиальной, продольной или спиральной. Радиальная скульптура имеет вид различных иногда раздваивающихся ребер и рядов бугорков; продольная – представлена простыми ребрами. На брюшной стороне раковины могут располагаться кили и борозды, образующие спираль, которая повторяет форму раковины.

Важным систематическим признаком для аммоноидей является строение перегородок между воздушными камерами. Перегородки двустороннесимметричные, являются элементами внутреннего строения и могут наблюдаться только в нарушенной раковине. *Лопастные (перегородочные) линии* – это линии, по которым перегородка соприкасается с внутренней стороной раковины. Они могут наблюдаться в месте разрушения внешнего слоя раковины.

Перегородочные (лопастные) линии могут быть гладкими и изогнутыми или рассеченными и гофрированными.

Элементы линии, направленные назад называются *лопасти*, направленными вперед (к жилой камере) – *седлами*. Выделяют разные типы лопастных линий: *гонититовый и агонититовый* (а) – седла цельные и круглые, лопасти заостренные; раковины с таким типом перегородок существовали с *девона по пермь*. *Цератитовый* (б) тип перегородочной линии имеет цельные и округлые седла, а лопасти зазубренные, рассеченные; раковины с цератитовым типом перегородок существовали с *позднего*

карбона по триас. Аммонитовый (в) – седла и лопасти рассечены, гофрированы; раковины с таким типом перегородок существовали с триаса по мел.

На основе различного строения перегородочной линии аммоноидей выделяют отряды: *Goniatitida*, *Ceratitida*, *Ammonitida*.

#### ПОДКЛАСС COLEOIDEA КОЛЕОИДЕИ

К подклассу колеоидей относятся высшие головоногие моллюски с хорошо обособленной головой, отлично развитыми органами чувств и внутренней раковиной, часто в различной степени редуцированной вплоть до полного отсутствия. У колеоидей есть 2 жабры и 8 или 10 рук. Это морские хищные, пелагические, реже ползающие животные. К этому подклассу принадлежат почти все современные головоногие – осьминоги, каракатицы, кальмары, а также вымершие белемниты, имеющие большое стратиграфическое значение.

У большинства активных пловцов этого подкласса по бокам удлинненно-заостренного тела имеются боковые плавники.

#### *Надотряд Belemnioidea Белемноидеи*

Вымершие колеоидеи – белемниты были широко распространены в мезозое и широко используются в биостратиграфии. Они имели внутренний опорный скелет, покрытый мантией и заключенный внутри мягкого тела. Скелет состоит из трех частей: ростра, фрагмакона и проостракума.

*Ростр* – основная часть внутреннего скелета белемнитов, массивное образование, обладающее субконической, субцилиндрической или ланцетовидной формой. Ростр состоит из арагонита. Его заостренный конец является задним, расширенный – передним. В передней части ростра существует углубление (альвеола), в которой помещался фрагмакон. Ростр служил балансиrom, удерживающим организм в горизонтальном положении и опорой для плавников. На поверхности ростра могут сохраняться *отпечатки кровеносных сосудов*. Иногда от переднего конца ростра с брюшной стороны находится брюшная щель, достигающая альвеолы – *альвеолярная щель*.

*Фрагмакон* имеет коническую форму, разделен перегородками на камеры и пронизан краевым сифоном. Фрагмакон надстраивает ростр, располагаясь на переднем его конце в специальном углублении – альвеоле. На продольном расколе ростра рядом с альвеолой может наблюдаться гладкая поверхность – спайка. Жилая камера у большинства белемнитов редуцируется, кроме спинной части.

Рудимент спинной части жилой камеры называется *проостракум*.

В ископаемом состоянии обычно сохраняются только ростры. Белемниты жили преимущественно в *юре и мелу*.

#### **ВЫВОДЫ,**

Контрольные вопросы к разделу 5

## Лекция 7

Раздел 6 Тип Мшанки и тип Брахиоподы

*Тип Мшанки. Общая характеристика, образ жизни, геологическое значение.*

*Тип Брахиоподы. Общая характеристика. Особенности строения раковины. Классы Беззамковые и Замковые. Деление на подклассы и отряды (Отряды *Lingulida*, *Orthida*, *Pentamerida*, *Productida*, *Rhynchonellida*, *Spiriferida*, *Atrypida*, *Terebratulida*). Образ жизни, геологическое значение.*

## **ТИП BRYOZOA МШАНКИ**

Мшанки являются современными и ископаемыми колониальными животными, широко распространенными в нормально-морских, солоноватых и пресных водоемах. Колонии мшанок состоят из многочисленных, обычно полиморфных индивидуумов - зооидов. Скелеты мшанок по составу могут быть хитиновыми и известковыми. Размеры колоний: у ископаемых мшанок - до 60 см, у современные - до 1 – 2 м. По форме колонии бывают: кустистые, массивные, сетчатые, обрастающие; каждый тип колонии имеет несколько вариантов.

Размеры зооидов менее 1 мм. Скелетные ячейки (зооеции), в которых помещаются зооиды, имеют вид цилиндрических или призматических трубочек, грушевидных, колбо-, бочко-, коробчатовидных образований. Внутри ячеек могут располагаться различные дополнительные скелетные образования.

Составляющие колонию особи не одинаковые и представлены разными морфологическими функциональными разновидностями, выполняющими в жизни колонии разные функции. Зооиды подразделяются на автозооиды (нормальные особи) и гетерозооиды (измененные специализированные особи). Скелеты зооидов называются зооеции. У автозооидов это автозооеции, у гетерозооидов – гетерозооеции.

### **КЛАСС GYMNOLELMATA. ГОЛОРОТЫЕ**

К этому классу относится большинство ныне живущих и все вымершие мшанки с известковым скелетом. *Ордовик – ныне.*

### **Геологическое значение и образ жизни.**

Мшанки – эвригалинная группа организмов. Ведут преимущественно прикрепленный образ жизни, за исключением нескольких форм, колонии которых могут медленно перемещаться по дну. Морские мшанки отличаются широкой приспособляемостью к изменению температуры, солености, течением.

Глубины обитания мшанок – от 0 до 500 м, редко на глубинах до 5000 м. Мшанки могут образовывать мшанковые известняки и мшанковые рифы.

## **ТИП BRACHIOPODA БРАХИОПОДЫ (ПЛЕЧЕНОГИЕ)**

Одиночные преимущественно палеозойские двусторонне-симметричные морские бентосные животные. Мягкое тело заключено в различно построенную двустворчатую раковину.

### **Строение мягкого тела**

В передней части створок (мантийная полость) расположен *лофофор* – мясистый диск или два симметрично расположенных удлинённых тяжа, которые называются руками. По краям лофофора присутствуют тонкие щупальца, а у их основания проходит желобок, ведущий ко рту. Движение щупалец создает ток воды по направлению ко рту и от него. Имеется пищеварительная система. У многих брахиопод руки имеют скелетную поддержку – *ручной или брахиальный аппарат.*

В задней части тела присутствует особый орган – *ножка* (хрящевато-мускулистый тяж различной длины), при помощи которой животное прикрепляется ко дну. Ножка выходит наружу через особое отверстие в раковине.

Раковина открывается и закрывается при помощи *мускулов*. Места прикрепления мускулов – мускульные отпечатки, часто видны на внутренней стороне раковин. Различают *мускулы-отмыкатели* и *мускулы-замыкатели.*

### **Строение скелета**

Форма раковины брахиопод весьма разнообразна. Размеры раковин от 0,1 до 40 см.

Раковины по составу бывают хитиново-фосфатные и известковые. Известковая раковина может быть сплошной или пористой. Раковина состоит из двух створок –

*брюшной и спинной*. Брюшная створка, как правило, больше спинной. Выступающая часть створок образует *макушку*

Плоскость симметрии проходит через макушки створок. Край раковины около макушки называется *задний (замочный)*, противоположный ему – *передний (лобный)*. У раковины выделяются также *боковые края*. На центральной части брюшной створки часто располагается углубление (*синус*), на спинной ему соответствует возвышение (*седло*). Вдоль замочного края часто обособливается плоская треугольная площадка – *арея*. Посредине ареи может присутствовать отверстие для выхода ножки. Отверстие треугольной формы называется *дельтирий*. Оно может быть закрыт особыми пластинами. Если отверстие для выхода ножки имеет округлую или овальную форму, то оно называется *форамен*.

**Замок.** У большинства брахиопод створки сочленяются при помощи замка. У наиболее примитивных брахиопод замка нет и створки сочленяются только при помощи мускулов. Замок состоит из *двух зубов* в брюшной створке и *зубных ямок* в спинной. У некоторых брахиопод зубы поддерживаются особыми *зубными пластинами*. Зубные пластины могут соединяться вместе, образуя одну ложковидную пластину – *спондилиум*. Иногда со дна створок в плоскости симметрии поднимается продольная пластина – *срединная септа*.

**Ручные поддержки.** Для систематики брахиопод очень важны скелетные образования в спинной створке, выполняющие функцию поддержки рук – *ручные поддержки*. Они могут быть различной формы: 1) простые выросты – *брахиофоры*; 2) крючкообразные выросты – *круры*; 3) в виде известковой петли или спиральных конусов.

#### **КЛАСС БЕЗЗАМКОВЫЕ INARTICULATA**

Наиболее примитивные брахиоподы с хитиново-фосфатной или роговой раковинной (редко – известковой). Замка нет, створки соединяются при помощи мускулов. Ручные поддержки отсутствуют. *Кембрий – ныне*.

##### **Отряд *Lingulida* Лингулиды**

Раковина хитиновая или хитиново-фосфатная, округленная или удлинненно-овальная, равностворчатая, слабо выпуклая. Поверхность гладкая, с линиями нарастания. В ископаемом состоянии чаще встречаются в виде разрозненных створок и обломков створок. Ножка может быть в несколько раз длиннее раковины. Лингулиды выкапывают в илистом осадке глубокие норки и сидят в них, выставив наружу передний край раковины. Современные лингулиды обитают в зоне литорали. *Ранний кембрий – ныне*.

##### **Род *Lingula* Bruguiere**

Тонкая раковина от удлинненно-овальной до удлинненно-четырёхугольной формы. Створки слабо выпуклые с невыступающими макушками, под которыми находятся узкие плохо выраженные ложные ареи. *Ордовик – ныне*

##### **Род *Obolus* Eichwald**

Толстая раковина округлой или овальной формы. Створки слабо выпуклые с несколько более выступающей макушкой брюшной створки. Под макушками – хорошо выраженная ложная арея. *Средний кембрий – ранний ордовик*.

#### **КЛАСС ЗАМКОВЫЕ ARTICULATA**

Замочный аппарат присутствует, створки скрепляются при помощи зубов, зубных ямок и мускулов.

При дигностике замковых брахиопод по внешним признакам важными критериями являются: форма замочного края, соотношение створок, наличие синуса и седла.

##### **Отряд *Orthida* Ортиды**

Наиболее древние замковые брахиоподы. Раковины маленькие, обычно двояковыпуклые, но слабо выпуклые радиально-ребристые. Замочный край прямой. Обе створки несут ареи с отверстиями для выхода ножки. *Ранний кембрий – начало триаса.*

#### **Отряд *Pentamerida*. Пентамериды**

Раковины двояковыпуклые, вздутые гладкие или ребристые. Замочный край изогнутый. Характерен хорошо развитый спондглий, состоящий из длинных зубных пластин, которые могут срастаться между собой и со срединной септой. Ручные поддержки в виде пластин. Крупная срединная брюшная септа делит внутреннее пространство раковины на две части и по ней раковины часто раскалываются.

Средний кембрий – поздний девон. *Расцвет – в силуре – раннем девоне.*

#### **Отряд *Productida* Продуктиды**

Раковины обычно вогнуто- или плоско-выпуклые. Иногда встречаются прикрепленные раковины – конической формы, причем брюшная створка в виде бокала, а спинная – в виде крышечки. Створки резко неравные: брюшная от выпуклой до конической, спинная – от плоской до вогнутой. Замочный край прямой. Синус развит слабо. Часто присутствуют «ушки» – уплощенные участки на замочном крае. У большинства продуктид нет ни ареи, ни зубов. Раковины обычно ребристые и морщинистые, часто покрыты полыми шипами до 25 см длины. Шипы служат для прикрепления, либо для сохранения равновесия в осадке. Аппарата ручных поддержек нет. Продуктиды – самые крупные среди брахиопод (до 40 см в поперечнике).

Силур – пермь. *Расцвет – в позднем девоне – раннем карбоне.*

#### **Отряд *Atrypida* Атрипиды**

Спинная створка более выпуклая, чем брюшная. Ручной аппарат в виде двух спиральных конусов, обращенных вершинами в сторону спинной створки. Скульптура сетчатая, образованная сочетанием радиальных и концентрических ребер. Отверстие для ножки – небольшой форамен под макушкой брюшной створки. *Средний ордовик – девон.*

#### **Отряд *Spiriferida*. Спирифериды**

Раковины обычно двояковыпуклые. Замочный край прямой. Арея хорошо развита, имеем треугольное отверстие для выхода ножки – дельтирий, часто прикрытый двумя пластинками. На брюшной створке развит синус, на спинной – седло. Ручной аппарат состоит из двух известковых спиралей (отсюда название отряда), расходящихся в стороны. Ордовик – юра, *расцвет – силур – пермь.*

#### **Отряд *Terebratulida* Теребратулиды**

Раковины небольшие, двояковыпуклые, с синусом и седлом, обычно пористые, гладкие. Замочный край короткий, изогнутый. Отверстие для выхода ножки круглой формы (форамен), может располагаться под макушкой, на макушке, за макушкой. Ручной аппарат в форме петли. Поздний силур – ныне, *расцвет – в мезозое.*

#### **Образ жизни и геологическое значение брахиопод**

Брахиоподы являются свободнолежащим, прикрепленным или зарывающимся (редко) бентосом. Личинки ведут подвижный планктонный образ жизни и разносятся течениями на большие расстояния.

Типы прикрепления брахиопод ко дну:

1) Якорный - прикрепление к субстрату короткой или длинной ножкой. Некоторые формы помимо ножки прикреплялись иглами.

2) Свободнолежащий - брахиоподы свободно лежали на дне, частично погружаясь в осадок. Ножка у них обычно редуцируется. Многочисленные иглы (особенно у продуктид) препятствуют слишком глубокому погружению в илистый осадок.

3) Прирастающий - раковина прирастает брюшной створкой к твердым предметам. Прирастание часто идет путем цементации. Форма брюшной створки становится конусовидной или неправильных очертаний. Спинная створка - в виде крышечки.

#### **ВЫВОДЫ**

Вопросы к разделу 6

## **Лекция 8**

Тема 1 Раздел 7 Тип Иголокожие, тема 2 тип Полухордовые и тема 3 Раздел 8 Надцарство Прокариота

*Тема 1 Раздел 7 Иголокожие. Подтип Кринозои. Классы Цистоидеи и Криноидеи. Подтип Эхинозои. Класс Морские ежи. Древние и новые, правильные и неправильные морские ежи. Строение скелета, образ жизни, геологическое значение.*

*Тема 2 Тип Полухордовые. Класс Граптолитины. Строение и состав скелета. Образ жизни, геологическое значение.*

*Тема 3 Раздел 8 Доядерные организмы. Царство Цианобионты. Общая характеристика. Строматолиты, онколиты. Морфология, стратиграфическое значение. Царство Бактерии. Роль бактерий при формировании осадочных пород.*

*Тема 1 Раздел 7 Иглокожие. Подтип Кринозои. Классы Цистоидеи и Криноидеи. Подтип Эхинозои. Класс Морские ежи. Древние и новые, правильные и неправильные морские ежи. Строение скелета, образ жизни, геологическое значение.*

### **ТИП ECHINODERMATA, ЕХИНОДЕРМАТА (ИГЛОКОЖИЕ)**

Тип иглокожие объединяет одиночных морских животных, характеризующихся следующими особенностями: радиальной пятилучевой симметрией, внутренним скелетом, состоящий из табличек кристаллического кальцита, присутствием специфической амбулакальной (водно-сосудистой) системы и многочисленных щупалец или ножек, отходящих от радиальных каналов.

К современным иглокожим относятся морские звезды, морские ежи, морские лилии, голотурии и офиуры. Размеры иглокожих от 1 см у мелких офиур, морских звезд и морских лилий до гигантских (1 м) у крупных морских звезд.

Максимальные размеры иглокожих известны у некоторых ископаемых морских лилий мезозоя (до 20 м).

Мягкое тело иглокожих обладает трехслойной стенкой. Скелетные элементы погружены в ткань стенки. Внутренняя полость тела заполнена жидкостью, по составу близкой к морской воде. Иглокожие имеют пищеварительную кровеносную, амбулакральную, нервную и половую системы. Амбулакральная система состоит из разнообразных каналов, полостей и амбулакральных ножек. Последние выполняют функции газообмена, органов чувств, доставки пищи и передвижения. Количество амбулакральных ножек может превосходить тысячу.

Скелет иглокожих расположен в стенке тела вблизи поверхности, но является внутренним, т.к. сверху покрыт кожей. Он состоит из многоугольных известковых табличек. У многих животных к наружным выступам табличек подвижно прикреплены иглы и выросты различной формы и размеров. Состав скелета известковый. Все элементы скелета (таблички, иглы, членики стебля, рук) обладают едиными кристаллографическими свойствами. Они, подобно монокристаллу кальцита, обычно раскалываются по ромбоэдру – шестиграннику со скошенными параллельными плоскостями. Часть табличек скелета имеют небольшие отверстия, через которые проходят амбулакральные ножки. С ними соседствуют таблички, в которых нет отверстий.

Достоверно иглокожие известны с кембрия, хотя есть предположения о более раннем их возникновении.

Геологическое значение имеют два подтипа иглокожих – Кринозои и Эхинозои.

### **ПОДТИП CRINOZOA КРИНОЗОА**

Вымершие и современные иглокожие, большинство из которых ведет прикрепленный образ жизни. Почти все кринозои обладают чашечкой (текой), вмещающей внутренние органы, и стеблем. Вокруг рта располагаются выросты тела – руки (брахиолей). Наиболее известны два класса: *Морские пузыри* и *Морские лилии*.

### **КЛАСС CYSTOIDEA, ЦИСТОИДЕИ (МОРСКИЕ ПУЗЫРИ)**

Морские пузыри являются вымершим наиболее примитивным классом среди кринозоа. Скелет состоял из *стебля*, *чашечки* и редко *рук – брахиолей*. Чашечка – *тека* имеет шаровидную, округлую или угловато-грушевидную форму и состоит из многоугольных трехслойных табличек, пронизанных каналами. Размеры теки 2-7 см. Число табличек резко варьирует: минимальное – 19, максимальное – до 2000.



Расположение и количество табличек в теке цистоидей разнообразно. При небольшом числе табличек они располагались правильными рядами, при большом числе табличек закономерность в их расположении отсутствует. Поверхность табличек гладкая или скульптурированная. Ротовое отверстие находилось в центре верхней стороны чашечки. Анальное отверстие располагалось сбоку от ротового и было прикрыто пирамидкой из треугольных табличек. Между ротовым и анальным отверстием было место полового отверстия. От ротового отверстия отходили 2-5 (обычно пять) пищевых желобков, вдоль которых у большинства цистоидей расположены брахиоли - членистые выросты теки с продольным каналом. Брахиоли служили для сбора и доставки пищи к ротовому отверстию. Число брахиолей варьирует от 2 до 400, но у некоторых таксонов они редуцированы. У цистоидей имела система каналов, основная функция которой была газообмен. Для ввода воды в эту систему имела *гидропора*.

Стебель у цистоидей бывает коротким или длинным, а у некоторых форм он отсутствует. Пятилучевая симметрия не всегда выражена.

#### ***Геологическое значение морских пузырей***

Цистоидеи относятся к морскому бентосу, обитали в основном в сублиторали. По способу жизни выделяются формы свободнолежащие на дне, формы, прикрепляющиеся к субстрату при помощи стебля, и формы, прирастающие текой к субстрату. Цистоидеи в прошлом могли заселять значительные участки дна, образуя своеобразные «подводные луга».

Цистоидеи существовали *от ордовика до среднего девона*. Расцвет цистоидей приходится на ордовик.

#### **Род *Echinospaerites* Wahlenberg**

Чашечка шарообразной формы состоит из многочисленных незакономерно расположенных многоугольных гладких табличек. Стебель различной длины и использовался как якорь. На верхней стороне чашечки расположены рот и анальная пятиугольная пирамидка. Существовали в *среднем и позднем ордовике*.

#### **КЛАСС CRINOIDEA КРИНОИДЕИ (МОРСКИЕ ЛИЛИИ)**

Криноидеи являются наиболее многочисленным классом кринозоа. Их скелет состоит из *кроны, стебля* и часто *корней*. В состав кроны входят *чашечка - тека*, заключающая внутренние органы и пять обычно хорошо развитых *рук – брахиол*, несущих на себе пищевые желобки. Корень имеет отростки, посредством которых прикрепляется к субстрату. У некоторых форм он отсутствует. Стебель состоит из подвижно сочлененных элементов - призматических или цилиндрических члеников, поэтому может изгибаться и даже поворачиваться. Длина его у ископаемых лилий достигала 20 м, у современных – до 1 м.

Прикрепление морских лилий к грунту различное: с помощью корневых выростов, погружающихся в осадок; на каменистом грунте - с помощью выделения извести и образования прикрепительного диска; некоторые лилии длинным тонким стеблем обвивали полипняки кораллов (временное прикрепление). Планктонные криноидеи не имеют стебля. В основании чашечки у них развиваются усики или цирри. Движение таких лилий происходит при помощи рук.

Пищей криноидеям служат планктонные организмы и мелкие частицы детрита. Пища доставляется ко рту по желобкам на руках с помощью амбулакральных ножек и специальных ресничек. Общая длина пищевых желобков может достигать 100 метров.

Форма чашечки криноидей от круглой до конической, сложена многоугольными, чаще пятиугольными пластинками. Сверху чашечка прикрывалась крышечкой, либо закрывалось кожистой перепонкой. Чашечка состоит из 2-3 поясов кальцитовых табличек по пяти в каждом поясе. Выделяют *базальный*, иногда *инфрбазальный* и *радиальный* ряды табличек. *Моноциклическая чашка* имеет два ряда табличек (базальный и

радиальный). *Дициклическая чашечка* имеет 3 ряда табличек – инфрабазальный, базальный и радиальный.

Руки криноидей отходят от верхнего ряда радиальных табличек чашечки и предназначены для сбора пищи. Они обладают гибкостью и большой подвижностью и состоят из подвижных члеников. Руки могут охватывать большое пространство водной массы, в результате чего возрастает площадь сбора питательных веществ. Руки состоят из отдельных члеников, соединяющихся с помощью мышц или эластичной связки. В центральной части каждого членика есть выемка. Из выемок всех члеников складывается пищевая желобок.

Руки криноидей редко бывают простыми, обычно они ветвятся - раздваиваются один или несколько раз. Как правило, руки снабжены короткими членистыми придатками – *пиннулами*. При неблагоприятных условиях (высокой температуре, недостатке кислорода, нападении врагов) морские лилии способны обламывать свои руки, при этом утраченные части позднее восстанавливаются.

Стебель состоит из члеников различной формы – круглой, эллиптической, четырехугольной, пятиугольной и очень редко треугольной и шестиугольной. У одних родов стебель достигает длины нескольких метров, у других – короткий или совсем редуцируется. Через стебель проходит осевой канал, имеющий различное поперечное сечение.

Нередко среди одинаковых члеников встречаются более крупные *узловые членики*, несущие усики (*циррии*). Сочленовная поверхность часто бывает покрыта разнообразной скульптурой. У ископаемых форм известен стебель длиной до 20 метров.

#### ***Геологическое значение криноидей.***

Морские лилии существуют с *ордовика (кембрия?) до ныне*. Они были широко распространены в морях палеозоя и мезозоя, где обитали на мелководье. В настоящее время криноидеи не столь многочисленны и населяют области различных, в том числе и больших (до 10 км) глубин. В палеозое все морские лилии были прикрепленными, в мезозое появились формы без стебля и перешедшие к планктонному и псевдопланктонному образу жизни. Среди современных форм господствуют бесстебельчатые формы.

Скелеты лилий после гибели обычно рассыпаются на отдельные элементы. Чаще всего встречаются членики лилий, их скопления образуют криноидные известняки

### ***ПОДТИП ECHINIZOA ЭХИНОЗОА***

Подвижные иглокожие без рук, брахиол, свойственных кринозоям. Вероятно, что первые эхинозой появились *в венде*. Наибольшее биостратиграфическое значение имеет класс морских ежей.

#### ***КЛАСС ECHINOIDEA МОРСКИЕ ЕЖИ***

Свободноподвижные иглокожие, имеющие различной формы скелет (*панцирь*), состоящий из известковых табличек, расположенных рядами и включающий основные органы животного. Панцирь бывает радиально-симметричным или двусторонне-симметричным, его нижняя часть обычно плоская, а верхняя – выпуклая и имеет различную форму. При виде сверху ее очертания могут быть округлые, пятиугольные, сердцевидные или овальные. При виде сбоку – уплощенные, конические, полушаровидные, дисковидные или асимметричные. В ротовом отверстии морских ежей находится сложный ротовой аппарат, названный «Аристотелевым фонарем». К специальным табличкам панциря прикрепляются специальные иглы.

Известковые таблички панциря морских ежей образуют меридиональные ряды, составляющие пять *амбулакральных* и пять *интерамбулакральных полей*. В верхней части панциря поля заканчиваются *вершинным щитком*. В амбулакральных табличках расположены отверстия-поры для выхода амбулакральных ножек, на интерамбулакральных – бугорки для прикрепления игл (*туберкулы*). Число пластинок в одном ряду составляет несколько десятков. Интерамбулакральные поля оканчиваются на

вершинном щитке *половыми пластинками*, под которыми находятся половые железы; амбулакральные поля - *небольшими глазными пластинками* с одним отверстием. Через эти отверстия выходят наружу окончания радиальных каналов, обладающие светочувствительной способностью, что и определило название пластинок. На вершинном щитке расположена также мадрепоровая пластинка, через которую происходит связь амбулакральной системы с внешней средой.

Панцирь отделяется от ротового и анального отверстий небольшими кожистыми площадками (полями): ротовое отверстие окружено ротовым полем – *перистомом*, анальное – анальным полем (*перипрокт*).

*Челюстной аппарат* – «Аристотелев фонарь» у морских ежей включает 40 известковых скелетных элементов. Зубы (их пять) заключены в пирамидки, составляющие главную часть челюстного аппарата. Весь челюстной аппарат приводится в движение 60 мускулами.

*Иглы* морских ежей единый кристалл кальцита и отличаются большим разнообразием форм и размеров - их длина от микроскопических до 30 см. Формы игл бывают цилиндрические, заостренные, булавовидные, лопатовидные, на поверхности они часто несут скульптуру. Иглы прикрепляются к бугоркам на интерамбулакральных полях с помощью связки. Иглы морских ежей служат для разных целей: защиты, осязания, а у некоторых форм – для передвижения или закапывания.

Классификация морских ежей основана на положении ротового и анального отверстий, строении амбулакральных и интерамбулакральных полей, типе вершинного щитка и характере симметрии. В развитии морских ежей прослеживается изменение типа симметрии и переход от симметрии пятилучевой к двусторонней, а также изменение характера сочленения пластинок панциря.

В палеонтологии применяется искусственная классификация морских ежей. В соответствии с ней выделяют древних морских ежей (*ордовик – пермь*) и новых морских ежей (*триас – ныне*).

Древние ежи имели гибкий панцирь - в одних случаях он состоял из черепицеобразно налегающих пластинок, а в других – из несоприкасающихся пластинок, сочлененных с помощью связок. Гибкий панцирь после смерти животного распадался на отдельные элементы и обычно не сохранялся.

Новые морские ежи подразделяются на правильных (*триас – ныне*) и неправильных (*юра – ныне*). *Правильные морские ежи* характеризуются центральным положением ротового и анального отверстий и обладают *пятилучевой симметрией*. У этих ежей челюстной аппарат – «аристотелев фонарь», расположен вертикально, могут присутствовать длинные иглы, служащие для хождения и защиты.

*Неправильные морские ежи* характеризуются смещением положения анального отверстия. Эта группа разделяется на *челюстных* (рот остается в центре нижней стороны) и *бесчелюстных* (рот смещается вперед, челюстной аппарат отсутствует).

У челюстных ежей пятилучевая симметрия нарушается смещением положением анального отверстия, а у бесчелюстных – смещением положением ротового и анального отверстий. Форма панциря становится двусторонне-симметричной (овальной или сердцевидной).

Большинство древних и новых морских ежей являются хищниками.

### ***Геологическое значение морских ежей.***

В геологических целях морские ежи широко используются для стратиграфии мезозойских отложений.

**Тема 2 Раздел 7 Тип Полухордовые. Класс Граптолитины. Строение и состав скелета. Образ жизни, геологическое значение.**

### **ТИП HEMICHORDATA ПОЛУХОРДОВЫЕ**

Одиночные и колониальные организмы, у которых над передним концом пищеварительного тракта в районе глотки имеется образование, получившее название *нотохорд*, сходный с хордой позвоночных животных. В биостратиграфическом отношении наиболее важным из полухордовых является класс Граптолитины.

#### **КЛАСС GRAPTOLITHINA ГРАПТОЛИТИНЫ**

Вымершие колониальные организмы, имевшие прочный *склеропротеиновый скелет* (полимеры белка). Элементы строения скелета: *рабдосома* – наружный скелет целой граптолитовой колонии; *тека* – отдельная ячейка трубковидной или чашевидной формы; *сикула* – начальная камера колонии, из которой развивались теки; *нема* – полая трубка, проходящая через всю колонию.

*Скелет колонии* (рабдосома) сплошной, в редких случаях он образован скелетными волокнами, создающими сетчатый каркас. Они прикреплялись ко дну или парили в толще воды. Колония состоит из прямых или изогнутых ветвей, отдельных или соединенных перемычками. Вдоль ветвей располагаются теки (ячейки), в которых помещались мягкие тела индивидуумов – зооиды. Некоторые планктонные колонии Граптолитин имели воздушные плавательные пузыри – *плевматофоры*. В ископаемом состоянии зооиды не сохранились и о строении мягкого тела граптолитов ничего не известно. Размеры каждой особи не превышали первых миллиметров.

Остатки граптолитин наиболее часто встречаются в черносланцевых формациях и значительно реже – в песчаных и карбонатных отложениях. В большинстве случаев граптолитины сохраняются в виде сплюснутых рабдосом или отпечатков.

Граптолитины – архистратиграфическая группа фауны для биостратиграфии нижнего палеозоя - по ним выделяются граптолитовые зоны. В классе граптолитин выделяются два подкласса – *Стереостолонаты* и собственно *Граптолиты*

#### **ПОДКЛАСС STEREOSTOLONATA. СТЕРЕОСТОЛОНАТЫ.**

Подкласс объединяет граптолитин, имеющих сетчатые и древовидные колонии с многочисленными дихотомически ветвящимися ветвями, соединенными короткими поперечными перемычками, либо соединяющимися за счет соприкосновения веток. Животные могли вести планктонный, бентосный или псевдопланктонный образ жизни. Скелет рабдосомы стереостолонат несет теки трех типов, предназначенные отдельно для мужских, женских и почкующихся зооидов. Стереостолонаты известны *со среднего кембрия по карбон*

В этом подклассе наиболее важен отряд *Dendrida*. Его представители имеют прямую многоветвистую рабдосому конусообразной формы, состоящую из ветвей, соединенных перемычками. Прикрепление к субстрату или плавающим предметам осуществлялось с помощью пластинки или специальных (корневидных) отростков. Представители отряда существовали *со среднего кембрия по ранний карбон*. Широко распространенный род дендридит *Dictyonema* (*поздний кембрий – ранний карбон*) дал название «диктионемовые сланцы» для содержащей его толщи темноцветных глинистых сланцев. Однако, в настоящее время после пересмотра классификации дендрид многие виды этого рода, в т.ч. *Dictyonema flabelliforme* относятся к роду *Rhabdinopora* Eichwald.

#### **ПОДКЛАСС GRAPTOLOIDEA. ГРАПТОЛОИДЕИ**

Колонии (рабдосомы) граптолоидей образованы одной или несколькими прямыми, изогнутыми или спиральнозавитыми ветвями, несущими один, два или четыре ряда тек, срастающимися друг с другом разными способами.

Теки в пределах колонии мономорфные, устья сикул и тек направлены в одну или противоположные стороны. Форма тек цилиндрическая, призматическая, крючковидная, с выростом на устье и т.п. Размножение – половое и бесполое (почкование).

Граптолоидеи относятся к морскому планктону.

Представители подкласса появились в *ордовике* и вымерли в *раннем девоне*. Двухрядные и четырехрядные рабдосомы характерны для ордовика, а однорядные – для силура и раннего девона.

Тема 3 Раздел 8. Доядерные организмы (Прокариоты). Цианообиионты. Общая характеристика. Строматолиты, онколиты. Морфология, стратиграфическое значение. Царство Бактерии. Роль бактерий при формировании осадочных пород.

### ***НАДЦАРСТВО ПРОКАРИОТЫ (Доядерные организмы)***

Обычно одноклеточные и редко многоклеточные организмы без обособленного ядра. Цитоплазма имеет стенку (оболочку), а генетическая информация сосредоточена в единственной хромосоме. Питание прокариот осуществляется в процессе хемосинтеза и фотосинтеза. Прокариоты являются наиболее древними представителями органического мира. Появились в интервале 3,7 – 3,1 млрд. лет назад и существуют до настоящего времени. Размер прокариот от 0,015 мкм до 10 см. К надцарству прокариот относится три царства: 1. царство бактерий (эубактерий), 2. царство археобактерий, 3. царство цианобактерий (цианей, синезеленых водорослей). Представители прокариот могут образовывать сообщества. В этих сообществах доминируют химические взаимодействия.

#### ***Царство Цианиды или цианобактерии***

К ним относятся Прокариоты с фотосинтетическими мембранами. Размер цианобактерий обычно около 1-5 мкм. По отсутствию ядра цианообиионты сближаются с бактериями, а по наличию хлорофилла (только хлорофил-а, хлорофил-в отсутствует) и способности к фотосинтезу сходны с водорослями. По этим признакам их называют «цианобактерии» и включают в состав бактерий, а нередко (особенно раньше) рассматривают среди водорослей в ранге отдела (синезеленые водоросли). Цианиды и их группировки могут иметь нитевидную, палочковидную, округлую, спиральную, звездообразную или зонтиковидную форму. Морские и пресноводные, почвенные виды, участники симбиозов, например в лишайнике. Составляют значительную долю океанического фитопланктона. Способны к формированию толстых бактериальных матов. Некоторые виды токсичны и условно-патогенны. Цианиды являются главными участниками цветения воды, которое вызывает массовые заморы рыбы и отравления животных и людей.

Главной особенностью цианид является их способность выделять кислород. Первые значительные скопления кислорода в земной атмосфере докембрия были продуктами их жизнедеятельности.

#### ***Царство Археобактерий***

К археобактериям – археям относится особая группа бактерий, большинство из которых могут развиваться в экстремальных условиях. Они могут усваивать световую энергию при помощи особого белка. Среди них есть группы, обладающие способностью осуществлять синтез метана, жить в соляных рассолах и в бассейнах, насыщенных содой. Существуют археи экстремальные термофилы – обитатели гидротерм, способные восстанавливать сульфаты.

#### ***Царство бактерий (эубактерий)***

Бактерии представляют собой микроскопические организмы, размер которых обычно около 1-5 мкм. Однако, в денсали («черные» и «белые» курильщики) обнаружены гигантские бактерии до 10000 мкм (0,01 м). Бактерии часто образуют группировки. Бактерии и их группировки могут иметь нитевидную, палочковидную, округлую, спиральную, звездообразную и др. форму. Среди бактерий встречаются автотрофные и гетеротрофные формы. Автотрофы при своей жизнедеятельности создают органические вещества из неорганических веществ. Большинство бактерий являются автотрофами (литотрофами). Гетеротрофы для жизни используют готовые органические вещества. По типу обмена веществ различают разнообразные группы бактерий: серообразующие,

железомарганцевые, азотные, ацетатные, метано-углеродобразующие и др. Многие бактерии могут разлагать органику - целлюлозу, хитин и др. Существуют бактерии, которые могут образовывать координировано движущуюся колонию – швам. Большинство бактерий выделяет слизь и может скользить по ней. Бактерии могут осуществлять брожение. Есть патогенные, термофильные и кислотоустойчивые бактерии. Жизнедеятельность некоторых бактерий приводит к разбуханию и разжижению грунтов, при этом грунты теряют свою первоначальную вязкость (сцепление частичек друг с другом) и теряют несущие свойства. Бактерии обладают способностью быстро фоссилизироваться и сохраняться в ископаемом состоянии. При исследовании пород под электронным микроскопом ясно видно, что фоссилизированные бактерии присутствуют практически во всех осадочных образованиях.

#### ***Сообщества бактерий и цианид***

Сообщества бактерий и цианид часто образуют тела **циано-бактериальных матов** и **циано-бактериальных пленок**. Их главной составляющей являются главной циано-бактерии. Они имеют слоистую структуру с характерным чередованием зон развития определенных групп микроорганизмов: прослоев, сложенных множеством переплетенных нитей погруженных в слизь циано-организмов, и прослоев с другими бактериями. Кроме того, в самом сообществе - на его поверхности и в слизистой оболочке, может происходить накопление минералов, приводящее в дальнейшем к формированию твердых минеральных структур, сохраняющихся в ископаемом состоянии. Они относятся к одной из категорий **биолитов** (микробиальных отложений) – органо-генно-седиментационных образований, возникших в результате взаимодействия микроорганизмов и процессов осадконакопления.

По форме образований выделяют *строматолиты* - слоистые, прикрепленные к субстрату карбонатные, реже кремнистые постройки, *онколиты* – существовавшие во взвешенном состоянии концентрически слоистые шарообразные образования и *катаграфии* - бесформенные стяжения кристаллов. Строматолитовые структуры образованы сериями тонких слоев, нарастающих друг на друга и имеющие характерные морфологические и текстурно-структурные признаки, позволяющие их отличать от сходных неорганических образований. Размеры строматолитов могут достигать многих сотен метров. Колониальные формы покрыты общей слизистой оболочкой. Цианобактериальные сообщества появились в архее и являлись первыми сложно организованными экосистемами на Земле. В архее и протерозое циано-бактериальные пленки и маты покрывали значительные участки морского дна. В настоящее время они известны из некоторых водоемов в экстремальных условиях.

#### ***Роль бактерий при формировании осадочных пород***

Роль бактерий в геологических процессах чрезвычайно велика. В сообществах бактерий доминируют химические взаимодействия. С их деятельностью связано образование: железных руд (джеспелитов, железных конкреций), пирита, серы, графита, карбонатов, фосфоритов, нефти и газа и др.

В настоящее время наиболее интенсивно бактерии изучаются в докембрийских толщах. Этими исследованиями занимается новая наука «Бактериальная палеонтология».

**ВЫВОДЫ.** *Наиболее примитивные одноклеточные организмы – прокариоты, не обладают ядром, сохраняющим генетическую информацию. Сообщества бактерий могут образовывать микробиальные минеральные структуры – строматолиты, онколиты и катаграфии, сохраняющиеся в ископаемом состоянии. Бактерии играют большую роль в формировании многих полезных ископаемых.*

Контрольные вопросы к разделу 8.

1. Чем отличаются прокариотные и эукариотные организмы?
2. Как образуются микробиальные постройки?

3. *Какие типы бактерий известны в настоящее время?*
4. *Что такое строматолиты?*
5. *В каких условиях могут существовать археобактерии?*

## **Лекция 9**

Раздел 9 Принципы и методы стратиграфии

*Роль стратиграфии среди геологических наук. Принципы стратиграфии. Общие (планетарные) стратиграфические подразделения. Датирование стратиграфических подразделений. Стратиграфический кодекс РФ. Правила установления местных и*

## ***региональных стратиграфических подразделений. Биостратиграфические методы исследований.***

### ***Роль стратиграфии среди геологических наук.***

Стратиграфия - геологическая дисциплина, изучающая временные и пространственные соотношения нормально пластующихся горных пород Земной коры - осадочных, вулканогенных и метаморфических. На основании выявленных соотношений делаются выводы о последовательности образования толщ горных пород.

Стратиграфия – в переводе с латинского «слоеописание». Стратиграфия является фундаментальным разделом геологии. Она дает возможность установить общие закономерности строения осадочной оболочки Земли и ее отдельных структур.

Геология смогла выделиться как наука с тех пор, как ученые стали рассматривать геологические процессы во временной последовательности. Этот временной подход дал возможность устанавливать этапы формирования геологических тел и влияния на них последующих геологических процессов.

Стратиграфические исследования включают в себя две основные операции – стратиграфическое расчленение и стратиграфическую параллелизацию (корреляцию) разрезов осадочных пород.

Стратиграфическое расчленение - выделение по определённым признакам в конкретном разрезе отдельных слоёв и толщ и выяснение последовательности их залегания.

Стратиграфическая параллелизация (корреляция) - сопоставление (увязка) и установление временных (возрастных) отношений частей разрезов, более или менее удаленных друг от друга. Возрастные соотношения между членами удаленных разрезов могут быть разными (раньше, позже, одного возраста). Конечной целью параллелизации является синхронизация, т.е. выявление геологических одновозрастных слоев и толщ в сопоставляемых разрезах.

#### Цели и задачи стратиграфии:

1. Расчленение разрезов и выделение стратиграфических подразделений с целью создания местных и региональных стратиграфических схем (шкал).

Решение этой задачи обеспечивает стратиграфической основой крупномасштабную геологическую съёмку, а также поиски и разведку месторождений полезных ископаемых.

2. Проведение межрегиональной корреляции стратиграфических подразделений различных рангов. Выполнение этой задачи обеспечивает стратиграфической основой составление геологических карт среднего и мелкого масштабов, палеогеографических и прогнозных карт нескольких регионов.

3. Создание общей (универсальной) стратиграфической и геохронологической шкалы, не имеющей временных пробелов, присущих всем региональным шкалам. Это направление стратиграфических исследований даёт основу для историко-геологических обобщений планетарного масштаба.

### ***Принципы стратиграфии***

К фундаментальным принципам относятся следующие:

Принцип уникальности стратонов (принцип Халфина - Степанова) об объективной реальности и не повторяемости стратиграфических подразделений – устанавливает, что стратоны являются результатом реальных геологических событий, объективно отражают суть этих событий и не повторяются во времени и пространстве. Стратиграфические подразделения должны выделяться не для формального удобства или условности. Они должны соответствовать реальным этапам истории развития Земли в целом или отдельных ее регионов. Таким образом, в стратиграфических шкалах должны отражаться реальные результаты геологических процессов прошлого. Стратиграфические подразделения неповторимы во времени, так как неповторимы в своем развитии те условия, в которых они формировались, и те признаки, по которым они выделены. В



течение эволюции Земли необратимо менялись физико-географические условия, характер осадконакопления, органический мир.

Принцип Стенона - принцип последовательности образования геологических тел: при нормальном залегании вышележащий пласт моложе нижележащего. Принцип Стенона применяется при расчленении отложений в одном месте (в одном конкретном разрезе). Он обеспечивает выполнение первой задачи стратиграфии – расчленение разреза.

Принцип Гексли принцип использования идентичных (гомотаксальных) последовательностей признаков при стратиграфической корреляции удаленных друг от друга разрезов. Для этого устанавливаются идентичные последовательности сходных признаков, в том числе палеообстановок и событий прошлого. С помощью этого принципа можно учитывать возможность одновременного существования близких фаун и флор на различных участках планеты или региона, но устанавливать синхронность отложений. Этот принцип устанавливает геохронологические отношения пространственно разобщенных стратон и дает возможность их корреляции.

Принцип Мейена - принцип хронологической взаимозаменяемости признаков. Этот принцип позволяет заменять неустойчивые признаки, проявляющиеся в пласте от случая к случаю (например, находки фауны) на более выдержанные признаки, например литологические. Только с помощью взаимозаменяемости различных групп фаун, фаун и флор, палеонтологических и литологических, литологических и геофизических и других сочетаний признаков можно сопоставить образование любого генезиса и любых климатических поясов на любом удалении вплоть до планетарного масштаба.

Кроме того, существуют многочисленные принципы, посвященные динамическому и статистическому аспектам стратиграфии. К ним относятся: принцип необратимости геологической и биологической эволюции, принцип неполноты стратиграфической и палеонтологической летописи, принцип фациальной дифференциации разновозрастных отложений, принцип соотношения местных, региональных и планетарных стратиграфических подразделений, принцип актуализма, принцип биостратиграфического расчленения и корреляции. Ниже приведены некоторые из них.

Принцип Головкинского - принцип изменение возраста однородных геологических тел в связи с миграцией береговой линии;

Принцип актуализма – принцип применения геологических законов, наблюдаемых в настоящее время, к процессам прошлого.

Принцип Смита – принцип корреляции толщ по содержащимся в них органическим остаткам: одинаковые органические остатки указывают на разновозрастность образования содержащих их пород. Органический мир Земли непрерывно и необратимо изменяется и каждому отрезку геологического времени отвечают характерные только для него растения и животные. Т.о. разновозрастные отложения близкого временного происхождения содержат сходные комплексы органических остатков.

### ***Общие (планетарные) стратиграфические подразделения***

*Стратиграфическое подразделение (стратон)* – совокупность горных пород, составляющих определенное единство и имеющих признаки, позволяющие установить их пространственно-временные соотношения, т.е. последовательность формирования и положения в стратиграфическом разрезе. Каждому стратиграфическому подразделению соответствует эквивалентное ему геохронологическое подразделение.

*Геохронологическое подразделение* – интервал относительного геологического времени, в течение которого образовались горные породы, входящие в состав данного стратиграфического подразделения, включая время внутренних перерывов.

Ниже приводится последовательность геохронологических и стратиграфических единиц планетарной (общей, международной) шкалы от наиболее крупных к наиболее мелким: *геохронологические* – Акрон, Эон, Эра, Период, Эпоха, Век, Фаза; *стратиграфические* - Акротема, Эонотема, Эратема, Система, Отдел, Ярус, Зона

Общие стратиграфические подразделения (стратоны)		Геохронологические подразделения
1. Акротема	Раздел	1. Акрон
2. Эонотема		2. Эон
3. Эратема		3. Эра
4. Система		4. Период
5. Отдел		5. Эпоха
6. Ярус		6. Век
7. Хронозона		7. Фаза
		8. Звено
		9. Ступень
		9. Термохрон-криохрон

Раздел, звено, ступень используются для отложений четвертичной системы, возможно их применение для неогеновых отложений.

Сопоставление исследуемых толщ с подразделениями международной стратиграфической шкалы называется *датировкой*. Под датировкой осадочных образований понимается определение возраста слоев в единицах международной геохронологической шкалы, которое основано на выделении в разрезе подразделений международной стратиграфической шкалы. Датировка осадочных толщ биостратиграфическим путем состоит из двух операций: установление присутствия в разрезе какого-либо крупного подразделения международной стратиграфической шкалы, проведение границ, прослеживание и выделение более мелких стратиграфических подразделений – отделов, ярусов, зон. Процедура датировки состоит в сопоставлении фауны изучаемого разреза с фауной стратотипических разрезов (эталонных разрезов, стратотипов).

#### ***Датирование стратиграфических подразделений***

Датирование стратиграфических подразделений может производиться в единицах относительной или абсолютной временной шкалы. Относительная шкала основана на специальных единицах и разрабатывается при помощи непалеонтологических и палеонтологических (биостратиграфических) методов стратиграфии. Под геологическим относительным возрастом понимается время какого-либо события в истории Земли по отношению ко времени другого геологического события, определенное в принятых единицах международной шкалы.

Абсолютная шкала определяет возраст пород в абсолютных единицах (год, миллионы лет) и основана на определении времени распада радиоактивных элементов.

Первоначальная Международная Стратиграфическая Шкала (МСШ) была утверждена в 1900 г. на V сессии Международного Конгресса Геологов (МКГ) в Париже. В настоящее время используется следующая шкала Международных (планетарных) стратиграфических подразделений.

Пример геохронологических подразделений - *Фанерозойский эон, Мезозойская эра, Меловой период, Позднемеловая эпоха, Коньякский век, Фаза *Inoceramus involutus**.

Пример стратиграфических подразделений - *Фанерозойская эонотема, Мезозойская эратема, Меловая система, Верхний отдел, Коньякский ярус, Зона *Inoceramus involutus**.

#### ***Стратиграфический кодекс России. Правила установления местных и региональных стратиграфических подразделений***

На территории России широко используются местные и региональные стратиграфические схемы. Описание правил установления и применения этих схем находятся в Стратиграфическом кодексе России. Стратиграфический кодекс – это свод основных правил, определяющих содержание и применение терминов и наименований, используемых в практике стратиграфических исследований, и процедуры установления

стратиграфических подразделений. Он является основным документом, регламентирующим производство стратиграфических исследований в рамках всех геологических работ, выполняющихся на территории нашего государства. Назначением Стратиграфического кодекса является обеспечение: а) единообразия требований к установлению стратиграфических подразделений;

б) возможного единообразия и стабильности в применении стратиграфических терминов и наименований.

Правила Стратиграфического кодекса, сформулированные в виде статей, применяются ко всем стратиграфическим подразделениям, выделенным и выделяемым на территории страны. **Выполнение требований Стратиграфического кодекса обязательно при проведении геологических работ всеми ведомствами на территории России.**

*Местные стратиграфические подразделения (МСП)* являются реальными геологическими телами. Местные стратиграфические подразделения имеют комплексную характеристику, в которую, входят: особенности вещественного состава, палеонтологическая характеристика (при наличии окаменелостей), структура слоистого тела (характер перерывов), характер границ, географическое распространение.

*Палеонтологическая характеристика* местных подразделений является одним из признаков при установлении подразделения; она обеспечивает определение геологического возраста, сопоставление с другими местными подразделениями и выявление перерывов в отложениях.

*Стратиграфические границы* местных подразделений приурочены к: изменениям вещественного состава пород по разрезу, стратиграфическим перерывам и угловым несогласиям, смене ассоциаций остатков организмов, существенным изменениям различных геофизических параметров, если сведения о таковых имеются. Граница должна быть точно указана в стратотипе.

<b>Основные стратиграфические подразделения</b>			
<b>Общие</b>		<b>Региональные</b>	<b>Местные</b>
Акротема Энотема Эратема Система Отдел Ярус		Горизонт Слой с фауной, имеющие географическое название	Комплекс Серия Свита Пачка
	Раздел		
Хронозона	Звено Ступень		

Основные единицы местной стратиграфической шкалы: свита, серия, комплекс.

Свита объединяет одинаковые или близкие по литолого-фаціальным особенностям разновозрастные отложения и имеет собственное название. Типовой разрез свиты называется *стратотипом*, его положение и характеристика указываются в стратиграфических справочниках. Свита является наиболее часто употребляемым подразделением из МСП. Она отражает определенный этап развития данной территории. Свое название свита получает по географическому местонахождению. Свиты являются основой для крупномасштабного картирования территории. Географическое распространение свиты ограничивается территорией, в пределах которой опознаются ее основные характерные признаки и прослеживаются нижняя и верхняя границы.

Серия объединяет залегающие одна на другой две (или более) свиты, характеризующиеся общими признаками, и получает свое название по какой-нибудь свите.

Комплекс представляет собой мощную и сложную по составу и структуре совокупность геологических образований, отвечающая крупному этапу в геологическом развитии территории. Комплекс часто отделяется от смежных по разрезу комплексов структурным или значительным стратиграфическим несогласием, а иногда и проявлением интрузивного магматизма. Может не иметь стратотипа. Он обычно объединяет две или несколько серий и также имеет собственное название.

Региональные стратиграфические подразделения (РСП) устанавливаются для геологического региона - крупного палеобассейна седиментации или палеобиогеографической области. Они представляют собой совокупность горных пород, сформировавшихся в определенные этапы геологической истории крупного участка земной коры и отражают особенности осадконакопления и последовательность смены комплексов фауны и флоры, существовавших на данном участке.

Основные единицы (РСП) – горизонт и слои с фауной, имеющие название от местности стратотипа..

Горизонт представляет собой совокупность одновозрастных свит. Он объединяет по латерали фациально различные отложения, образованные в разных районах одного бассейна седиментации. Горизонт называется по имени одной из свит и наиболее часто употребляется среди РСП. Основным методом для установления горизонтов является анализ органических остатков.

Слои с фауной, имеющие географическое название, устанавливаются по палеонтологическому комплексу и называется по стратотипической местности.

Региональные Стратиграфические Подразделения служат: 1) для корреляции местных стратиграфических шкал и являются основным картируемым стратотипом при составлении мелкомасштабных геологических карт, 2) способствуют сопоставлению РСП с общей стратиграфической шкалой.

Почти для всех регионов России уже составлены Местные и Региональные стратиграфические схемы разных поколений, а также проведено их сопоставление с Международной стратиграфической шкалой.

Существуют обязательные для употребления Стратиграфические схемы для разных регионов и разных систем, изданные в разное время и отвечающие исследованиям разных поколений. Дело в том, что вследствие получения новых палеонтологических и планетарно-стратиграфических фактов, эти схемы, постоянно нуждаются в корреляционных уточнениях и изменениях. Последующие стратиграфические исследования позволяют детализировать и совершенствовать стратиграфические схемы, дающие основу для составления новых схем, последующих поколений.

Работы по усовершенствованию Местных и Региональных стратиграфических схем ведутся под руководством Стратиграфического Комитета РАН и Региональных стратиграфических комиссий

### ***Биостратиграфические методы исследований***

При стратиграфических работах используются многочисленные палеонтологические и непалеонтологические методы исследований. Наиболее употребляемыми являются - биостратиграфический, литологостратиграфический, тектоно-стратиграфический, метод событийной стратиграфии, а также группы геохимических и геофизических методов.

***Биостратиграфические методы*** основаны на использовании органических остатков для датировки возраста отложений и их корреляции. Этот метод включает а) определение в конкретных разрезах рубежей, на которых происходит изменение состава остатков организмов, б) выделение интервалов, содержащих характерные комплексы органических остатков, в) анализ комплексов органических остатков. Намеченная таким образом последовательность смены органических остатков или их комплексов в изучаемом разрезе и служит основанием для его расчленения.

Методы основаны на принципе необратимости биологической и геологической эволюции: организм никогда не сможет вернуться к предковому состоянию, даже если он

окажется в обстановке, близкой к условиям обитания предков, т.е. в истории развития организмов не может быть повторения одинаковых растений и животных.

Преимущество этого метода основано на широком пространственном распространении многих организмов и их комплексов, что делает возможным корреляцию на основе палеонтологического метода разрезов отдаленных друг от друга областей. По ряду организмов можно проводить планетарные корреляции. Определение возраста толщи горных пород и отнесение ее к той или иной стратиграфической единице осуществляется путем сравнения найденных ископаемых остатков с теми, которые встречаются в опорном или стратотипическом разрезе. При этом надо учитывать неполноту стратиграфической и палеонтологической летописи.

Остатки ископаемых организмов по-разному распределяются в разрезе и имеют различное стратиграфическое значение, вызванное тем, что разные их группы отличаются друг от друга неравномерностью распространения их в пространстве и во времени, различными темпами эволюции, степенью связи с определенными физико-географическими обстановками (фациями) и климатическими поясами. Комплекс ископаемых остатков, характеризующий стратон, представлен комплексом видов, имеющих разные возрастные интервалы распространения. Среди них выделяют: 1. формы, стратиграфическое распространение которых ограничивается возрастными пределами данного подразделения, т.е. формы, не выходящие за его нижнюю и верхнюю границы. Они особенно важны. Среди них обычно выбирают так называемые *руководящие виды* для соответствующего стратиграфического подразделения или зональные роды или виды. 2. Формы, встречающиеся преимущественно в данном стратиграфическом подразделении, а также изредка в ниже- и вышележащих отложениях - *характерные*. Такие формы могут служить лишь указанием на возможность принадлежности отложений к данному стратиграфическому подразделению, или маркирующие одну из его границ. 3. Формы, встречающиеся в нижележащих отложениях и исчезающие около верхней границы данного стратиграфического подразделения, а также формы, которые появляются около его нижней границы и переходят в вышележащие отложения - *появляющиеся* или *исчезающие*. Их сочетание имеет большое значение в биостратиграфии, поскольку позволяет установить полный объем соответствующего подразделения. 4. *Транзитные формы*, т.е. формы одинаково часто встречающиеся как в самом стратиграфическом подразделении, так и в подстилающих и перекрывающих отложениях. Эти формы не имеют стратиграфического значения и могут быть использованы лишь для общей характеристики соответствующего стратиграфического подразделения. При проведении биостратиграфических границ предпочтение обычно отдается не исчезновению в разрезах тех или иных форм, связанных с их вымиранием, а появлению или массовому распространению отдельных таксонов, сообществ или их комплексов.

Значение различных групп фауны для биостратиграфии неодинаково. Существуют группы организмов, позволяющие проводить планетарные корреляции, эти группы организмов называют **архистратиграфическими**. Большая часть из них относится к пелагическим представителям, живущим в открытых водных бассейнах. Другие группы организмов, главным образом донные, могут распространяться в другие районы только в личиночной стадии. Они являются менее пригодными для широкой корреляции, но удобны при корреляции местных стратонов; эти группы организмов называют **парастратиграфическими**.

Для исследования районов, где отсутствуют обнажения коренных пород (так называемых закрытых), и изучаемых при помощи буровых скважин, огромное значение имеют микроскопические органические остатки (микрофоссилии) животного и растительного происхождения. Среди них тоже существуют архистратиграфические и парастратиграфические группы.

Прослеживание на определенной территории одновозрастных комплексов органических остатков называется **биостратиграфической корреляцией**. Основной единицей при биостратиграфической корреляции является **биостратиграфические подразделения**. Они представляют собой совокупности горных пород, охарактеризованные остатками организмов, границы между которыми определяются эволюционными изменениями отдельных таксонов, комплексов фауны (флоры) или сменой экологических ассоциаций. Стратиграфические границы этих подразделений должны быть приурочены в разрезах к уровням смены состава характерных таксонов или комплексов фауны (флоры), в том числе к датированным уровням.

Основной единицей биостратиграфических подразделений является **биостратиграфическая зона**, которая может подразделяться на подзоны, составляющие в сумме полный стратиграфический объем зоны.

Вспомогательными биостратиграфическими подразделениями являются *слои с фауной (флорой) и датированные уровни*.

Для определения геологического возраста биостратиграфия использует методы: руководящих ископаемых, комплексного анализа, количественный (процентно-статистический), филогенетический, палеоэкологический.

*Метод руководящих ископаемых* состоит в том, что одновозрастными считаются отложения с одинаковыми руководящими ископаемыми. Под руководящими ископаемыми подразумевают органические остатки, принадлежащие группам, которые существовали короткий промежуток времени, но успели за небольшой срок расселиться на значительной территории и в большом количестве. Следовательно, руководящие ископаемые должны отвечать следующим требованиям: иметь широкое горизонтальное и узкое вертикальное распространение, встречаться часто и в большом числе экземпляров, а также легко распознаваться. Руководящими могут быть виды, роды и даже некоторые более крупные систематические группы (семейства, отряды, классы).

*Метод комплексного анализа органических остатков* заключается в выяснении распределения всех видов группировок окаменелостей в разрезах, установлении смены комплексов и прослеживании выделенных комплексов от разреза к разрезу. За счет того, что используются не отдельные виды, а более или менее обширные группы родов и видов, можно сопоставлять гораздо большее количество разрезов, в которых по разным причинам руководящие формы не обнаружены. Кроме того, к стратиграфическому анализу привлекаются не только архистратиграфические, но и парастратиграфические группы организмов. При применении этого метода необходимо анализировать также и особенности литологии разреза.

*Количественные методы корреляции* заключаются в использовании математического аппарата для анализа палеонтологических комплексов. В наипростейшей форме метод состоит в сравнении по содержанию общих видов окаменелостей комплексов в изучаемых слоях с комплексами из слоев опорного разреза. Этот метод применяется совместно с другими методами, так как одновозрастные, но разные по условиям жизни комплексы могут иметь мало общих форм. Он широко используется при микропалеонтологических исследованиях – диатомовом и спорово-пыльцевом анализе.

*Филогенетический метод* основан на законе необратимости эволюции и заключается в выяснении последовательности смены родственных организмов во времени. Метод основывается на принципах эволюционного развития организмов. Филогенетические изменения обычно связаны важными мировыми геологическими изменениями окружающей среды. Эти события не всегда могут четко проявлены в конкретной палеообстановке, однако, на эти изменения могут указать изменения в родственных видах, а также в последовательной смене органических комплексов. Чтобы применить филогенетический метод, надо выяснить филогенез конкретной родственной группы, т. е. установить, когда появились изучаемые виды, сколько времени они существовали, кто и какие были их предки, кто стали потомками и как они в свою очередь

развивались. Применение филогенетического метода требует максимальной тщательности исследований и высокой квалификации палеонтолога, т.к. требует сравнительно-анатомического анализа.

*Палеоэкологический метод.* Метод часто используется при детальном стратиграфическом исследовании на небольшой территории для расчленения и корреляции разнофациальных толщ. Он применяется также в тех случаях, когда из-за краткости отрезка времени, в течение которого отложилась исследуемая толща осадков, виды организмов еще не успели заметно измениться и поэтому не могут служить руководящими формами. В этих случаях приходится распознавать слои и производить их сопоставление в разрезах, расположенных на сравнительно небольшом расстоянии, основываясь не на руководящих формах, а на наблюдениях над палеобиоценозными, биостратиграфическими и тафономическими особенностями. К числу последних могут относиться густота расположения раковин и других органических остатков, их ориентировка, наличие или отсутствие следов жизнедеятельности организмов. Такие признаки обычно выдерживаются на некоторое расстояние по слою.

Палеоэкологический метод был предложен Р.Ф.Геккером в 40-х годах прошлого столетия при изучении им верхнедевонских отложений Главного девонского поля, а затем нижнекаменноугольных отложений Московской синеклизы. Он указывал, что при детальном стратиграфическом изучении сильно изменчивых в фациальном отношении толщ обычные принципы использования палеонтологического метода неприменимы. В отложениях рассматриваемого типа отсутствие одинаковых видов нередко наблюдается в строго одновозрастных отложениях, а одни и те же или очень близкие формы могут указывать на разновозрастность. Это явление связано с миграцией фаций и соответствующих им биоценозов во времени и пространстве.

**ВЫВОДЫ.** *Стратиграфия играет важнейшую роль при производстве любых геологических исследований, создающих базу для проведения работ по составлению геологических карт и поисков месторождений полезных ископаемых. Формирование любого месторождения произошло в результате действия комплекса геологических процессов, протекавших в определённое время и в определённом месте. Поэтому основами прогноза могут быть только объективные историко-геологические реконструкции, основанные на временной последовательности геологических процессов. Они должны опираться на стратиграфические данные, создающие хронологическую «канву», на которой основаны вся остальная геологическая информация.*

*Таким образом, стратиграфические работы являются важнейшим элементом всех региональных геологических исследований, в первую очередь – геологосъёмочных работ любых масштабов. Не случайно первой из основных глав всех производственных отчётов по геологической съёмке и геологическому доизучению, а также объяснительных записок к геологическим картам, является глава «Стратиграфия». Специалист, не знакомый с основами стратиграфии, с методикой стратиграфических исследований, не способен грамотно вести любые регионально-геологические исследования, не способен дать обоснованный минерогенический прогноз и определить направления ведения поисков минерального и углеводородного сырья.*

Контрольные вопросы для раздела 9:

1. *Какие объекты изучает стратиграфия и какие основные задачи она решает?*
2. *На каких основных принципах основаны стратиграфические исследования?*
3. *Перечислите Общие стратиграфические и геохронологические подразделения.*
4. *Что понимается под терминами свита и горизонт?*

5. *Зачем необходим Стратиграфический кодекс России?*
6. *В чем особенность биостратиграфических методов исследования?*