

Тема: СИММЕТРИЯ БИОСИСТЕМ.

Цель: рассмотреть типы и формы симметрии в живой природе, определить преимущества и недостатки каждого типа и формы по отношению к живому организму и приспособлению к окружающей среде

Под симметрией в биологии понимается повторение частей у животных или растений в определенном порядке, соотношение частей тела в размере, форме и относительном расположении, на противоположных сторонах от линии деления или распределенных вокруг центральной точки или оси. Симметрией обладают объекты и явления живой природы. Значение формы симметрии для животного легко понять, если поставить её в связь с образом жизни и экологическими условиями.

В живой природе организмы обнаруживают различные виды симметрий (формы, подобия, относительного расположения). Причем организмы разного анатомического строения могут иметь один и тот же тип внешней симметрии. Внешняя симметрия может выступить в качестве основания классификации организмов (сферическая, радиальная, осевая и т.д.) Микроорганизмы, живущие в условиях слабого воздействия гравитации, имеют ярко выраженную симметрию формы.

Основные термины и определения.

Ось симметрии - ось вращения. В этом случае у животных, как правило, отсутствует центр симметрии. Тогда вращение может происходить только вокруг оси. При этом ось чаще всего имеет разнокачественные полюса.

Плоскость симметрии - это плоскость, проходящая через ось симметрии, совпадающая с ней и рассекающая тело на две зеркальные половины - **антимеры** (anti – против; mer – часть).

Типы симметрии. Известны всего два основных типа симметрии – **вращательная и поступательная, вращательно-поступательная симметрия (переходный тип).**

Вращательная симметрия. Любой организм обладает вращательной симметрией. Важно знать, при повороте на какой градус контуры тела совпадут с исходным положением. Если тело вращается вокруг одной гетерополярной оси, то через эту ось можно провести столько плоскостей, сколько антимер имеет данное тело. В зависимости от этого говорят о вращательной симметрии определённого порядка. Например, у шестилучевых кораллов будет вращательная симметрия шестого порядка.

Если организм имеет только одну плоскость симметрии и соответственно две антимеры, то такую симметрию называют **двусторонней или билатеральной**.

Поступательная симметрия. Характерные элементы - **метамеры** (meta – один за другим; mer – часть). Части тела расположены последовательно друг за другом вдоль главной оси тела.

Метамерия – одна из форм поступательной симметрии. Она особенно ярко выражена у кольчатых червей, длинное тело которых состоит из большого числа почти одинаковых сегментов. Этот случай сегментации называют **гомономной**. У членистоногих животных каждый сегмент несколько отличается от соседних или формой, или придатками (грудные сегменты с ногами или крыльями, брюшные сегменты). Такую сегментацию называют **гетерономной**.

Поступательная симметрия. Характерные элементы - **метамеры** (meta – один за другим; mer – часть). Части тела расположены последовательно друг за другом вдоль главной оси тела.

Метамерия – одна из форм поступательной симметрии. Она особенно ярко выражена у кольчатых червей, длинное тело которых состоит из большого числа почти одинаковых сегментов. Этот случай сегментации называют **гомономной**. У членистоногих животных каждый сегмент несколько отличается от соседних или формой, или придатками (грудные сегменты с ногами или крыльями, брюшные сегменты). Такую сегментацию называют **гетерономной**.

Большинство животных представляют собой различные формы симметрий - сферическую, радиальную, бирадиальную и билатеральную (рис. 1).

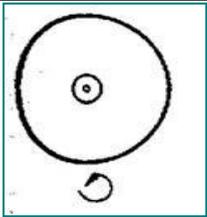
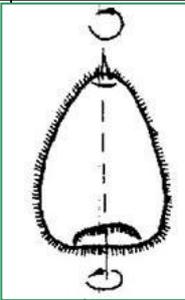
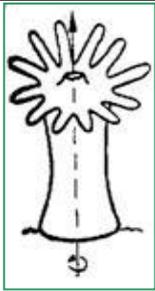
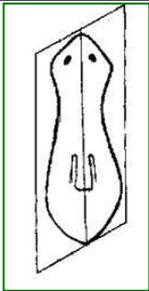
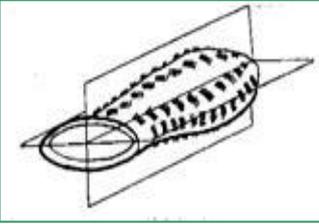
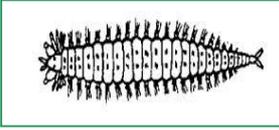
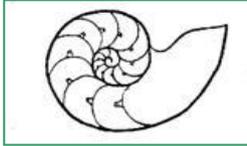
			
центральная	осевая	радиальная	билатеральная
			
двухлучевая	6-поступательная	поступательно-вращательная	

Рисунок 1. Формы симметрии

При **сферической симметрии** (рис 2), которая имеется только у некоторых групп протозоа (радиолярии, гелиозоа), тело имеет сферическую форму, и части тела расположены концентрически или радиально от центра сферы. У таких животных нет концов или сторон тела и любая плоскость, проходящая через центр, поделит его на эквивалентные половины.

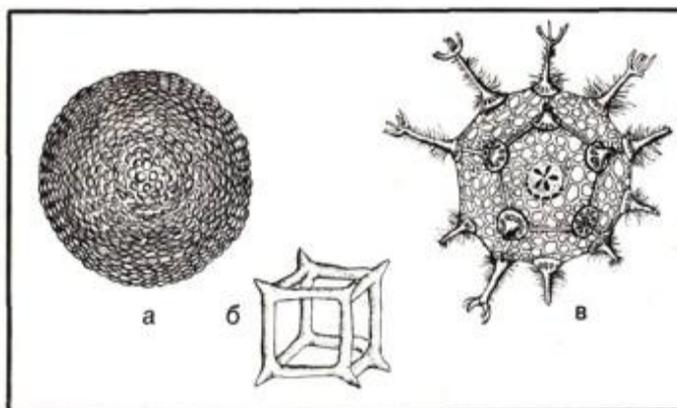


Рисунок 2 - Совершенные нульмерно-симметричные примитивные организмы - радиолярии: **а** - шарообразная, содержащая бесконечное число осей бесконечного порядка + бесконечное число плоскостей симметрии + центр симметрии;

б - кубическая, характеризующаяся симметрией куба, исчерпываемой 3 осями четвертого порядка + 4 осями третьего порядка + 6 осями второго порядка + 9 плоскостями + центром симметрии;

в - додекаэдрическая, характеризующаяся симметрией правильных многогранников — додекаэдра и икосаэдра, исчерпываемой 6 осями пятого порядка + 10 осями третьего порядка + 15 осями второго порядка + 15 плоскостями + центром симметрии.

Тело с **радиальной симметрией** (рис. 3) имеет общую форму цилиндра или шара, с центральной осью, от которой расходятся части тела или вдоль которой они расположены регулярно. Основная ось гетерополярна, т.е. с неодинаковыми концами. Животные с тремя, пятью, семью и т.д. частями по кругу имеют симметрию, которую можно называть, соответственно, 3-лучевой, 5-лучевой, 7-лучевой и т.д. (или поворотной). Радиальную симметрию находят у кишечнополостных и иглокожих.

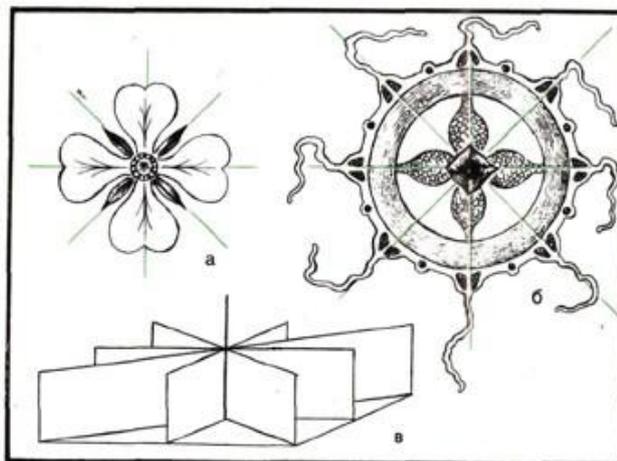


Рисунок 3 - Радиальная симметрия: **а**—цветок растения; **б** — гидромедуза клиция; **в** — схема четырех плоскостей симметрии, проходящих через фигуры **а** и **б**. Они имеют одну ось симметрии четвертого порядка и четыре пересекающиеся плоскости отражения.

При **бирадиальной симметрии**, в дополнение к оси антериор-постериор, существуют две других оси симметрии с правильными углами к ней и друг к другу: саггитальная, или срединная вертикально-продольная, и трансверзальная, или поперечная, оси. Такие животные имеют не только «верх» и «низ», но также и две пары симметричных сторон. Такая бирадиальная симметрия наблюдается у медуз-гребешков.

В **билатеральной симметрии** (рис. 4) только одна срединная продольная, или саггитальная, плоскость симметрии делит билатеральное животное на симметричные половины. Билатеральность присуща большинству животных, включая насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц, многих ракообразных, млекопитающих.

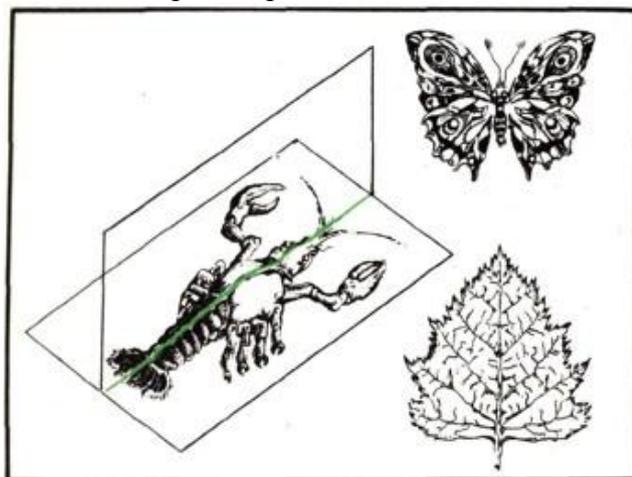


Рисунок 4 - Двусторонняя, или билатеральная, симметрия. Через середины фигур — рака, бабочки, листа растения — проходит плоскость симметрии, делящая каждую из фигур на две зеркальные половины.

Специфика строения растений определяется особенностями среды обитания и особенностями их образа жизни. У любого дерева есть основание и вершина, "верх" и "низ", выполняющие разные функции. Значимость различия верхней и нижней частей, а также направление силы тяжести определяют вертикальную ориентацию поворотной оси "древесного конуса" и плоскостей симметрии.

По отношению к продольной оси органы и ткани растения могут быть распределены различно:

1) если через продольную ось можно провести не менее двух плоскостей, делящих рассматриваемую часть растения на одинаковые симметричные половины, то

расположение именуют лучевым (мультилатеральное, многосимметрическое расположение). Большинство корней, стеблей и цветов построены по лучевому типу.

2) если через продольную ось можно провести лишь одну плоскость, делящую растение на симметричные половины, то говорят о дорзивентральном (моносимметрическом) расположении. При отсутствии плоскостей симметрии орган именуют асимметрическим. Наконец, бисимметрическими или билатеральными называют такие органы, у которых можно различить правую и левую, переднюю и заднюю стороны, причем правая симметрична левой, передняя — задней, но правая и передняя, левая и задняя совершенно различны. Таким образом, здесь имеется две неодинаковые плоскости симметрии. Такое расположение получается, например, если цилиндрический орган будет сплюснен в одном каком-либо направлении. Так, бисимметричны уплощенные стебли кактусов *Opuntia*, бисимметрично слоевище многих морских водорослей, таких, как *Fucus*, *Laminaria*. Бисимметричные органы образуются обыкновенно из лучевых, что особенно хорошо видно на кактусах или на фикусе.

Что касается в частности цветов, то лучевые чаще называются звездчатыми (**актиноморфными**), а дорзивентральные — **зигоморфными** (рис.5).

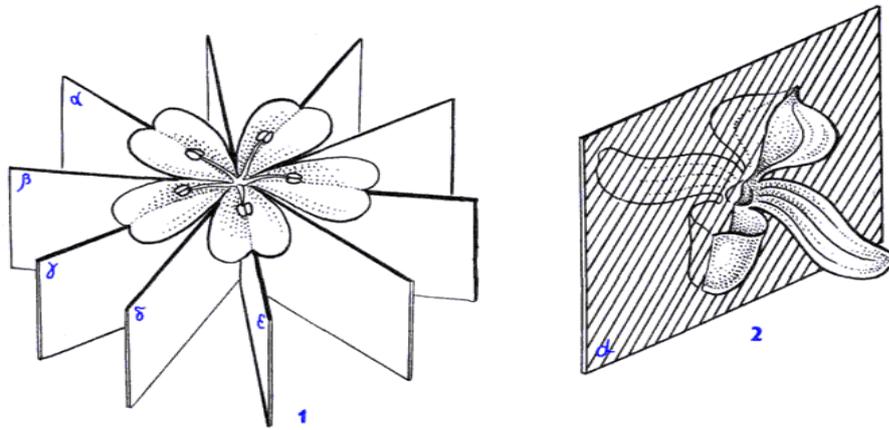
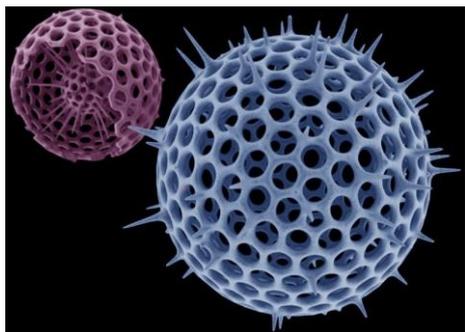


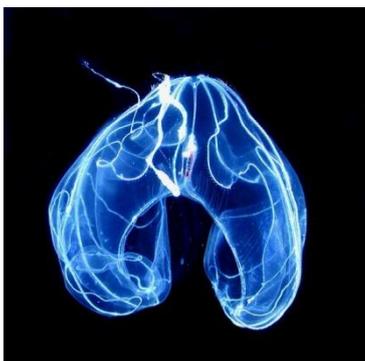
Рисунок 5 - Типы симметрии цветка. 1 - радиально-симметричный, или актиноморфный (правильный), цветок, 2 - билатерально-симметричный, или зигоморфный (неправильный), цветок.

Работа № 1. Симметрия радиолярий, гребневиков и иглокожих



Радиолярии (или лучевики; *Radiolaria*) – одноклеточные планктонные организмы, обитающие преимущественно в тёплых океанических водах. Скелет состоит из хитина и оксида кремния или сернокислого стронция (целестина). У живой радиолярии скелет находится внутри клетки.

Лучевики - сборная группа, которая содержит разные по происхождению формы простейших. Согласно современным представлениям сходный морфотип радиолярий приобретался ими совершенно независимо в процессе освоения толщи воды как постоянной среды обитания



Гребневики (*Stenophora*) - тип многоклеточных животных. Это морские, преимущественно планктонные животные (реже ползающие или сидячие). Их научное название происходит от латинизированных греческих слов *ctena* (гребень) и *pherein* (носить) и связано с имеющимися у каждого гребневика характерными «гребнями» — рядами гребных пластинок, образованных сросшимися ресничками. Размеры колеблются от 2—3 мм до 3 метров. Известно от 100 до 150 видов (точный подсчет затруднен из-за слабой разработанности системы гребневиков).

Гребневик Мнемнописис питается планктоном.



Иглокожие (*Echinodermata*) - тип исключительно морских донных животных большей частью свободноживущих, реже сидячих, встречающихся на любых глубинах Мирового океана. Насчитывается около 7000 современных видов (в России - 400). Наряду с хордовыми иглокожие относятся к ветви Вторичноротых (*Deuterostomia*). Современными представителями типа являются морские звезды, ежи, офиуры (змеихвостки), голотурии (морские огурцы) и морские лилии.



Описать **тип** и **форму** симметрии организмов, указать количество осей и плоскостей симметрии. Сопоставить его с образом жизни и экологическими условиями местообитания.

Работа № 2. Симметрия земноводных, членистоногих, млекопитающих.

Земноводные - *Amphibia*



У активно перемещающихся животных передняя часть тела становится биологически не равноценной остальной части туловища, происходит формирование головы, становятся различимы правая и левая сторона тела. Благодаря этому, теряется радиальная симметрия, и через тело животного можно провести лишь одну плоскость симметрии, делящую тело на правую и левую стороны. Двусторонняя симметрия означает, что одна сторона тела животного представляет собой зеркальное отражение другой стороны. Такой тип организации характерен для большинства беспозвоночных, в особенности для кольчатых червей и для членистоногих – ракообразных, паукообразных, насекомых, бабочек; для позвоночных – рыб, птиц, млекопитающих.

Членистоногие - *Arthropoda*



Млекопитающие - *Mammalia*.



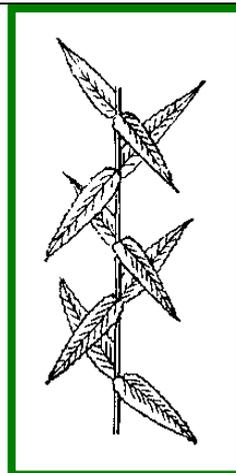
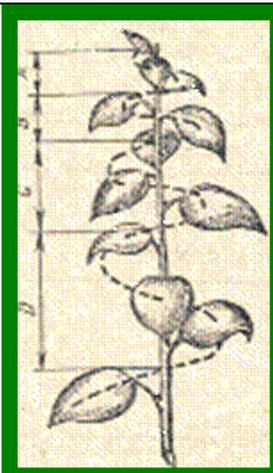
Описать тип и форму симметрии организмов, указать количество осей и плоскостей симметрии. Сопоставить его с образом жизни и экологическими условиями местообитания.

Работа № 3. Симметрия растений.



Специфика строения растений определяется особенностями среды обитания и особенностями их образа жизни.

У любого дерева есть основание и вершина, "верх" и "низ", выполняющие разные функции. Значимость различия верхней и нижней частей, а также направление силы тяжести определяют вертикальную ориентацию поворотной оси "древесного конуса" и плоскостей симметрии.



Для листьев характерна зеркальная симметрия. Эта же симметрия встречается и у цветов, однако у них зеркальная симметрия чаще выступает в сочетании с поворотной симметрией. Нередки случаи и переносной симметрии (веточки акации, рябины).

Листья на стебле окружают ветку по спирали. Сумма всех предыдущих шагов спирали, начиная с вершины, равна величине последующего шага $A+B=C$, $B+C=D$ и т.д.

Описать тип и форму симметрии дерева, цветка, листьев, побега с листьями, указать количество и ориентацию осей и плоскостей симметрии. Сопоставить его с биологическими особенностями и экологическими условиями произрастания.

Работа № 4. Симметрия живых систем.

Форма симметрии	Количество осей и плоскостей симметрии	Примеры	Значение (плюсы и минусы по отношению приспособления организма к окружающей среде)
Сферическая			
Радиальная			
Бирадиальная			
Билатеральная			

Ход работы: на основании полученной информации из трех предыдущих работ заполнить сводную таблицу по симметрии живых систем. В выводе ответить на вопрос о роли симметрии в живой природе