

Теоретическая часть лекции разработана по материалам учебного пособия
для средних педагогических учебных заведений
«Естествознание с основами экологии»
(авторы: Петросова Р.А., Голов В.П., Сивоглазов В.И., Страут Е.К.)

ТЕМА. БИОСФЕРА. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА. **УЧЕНИЕ В. И. ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ.**

ЗАДАНИЕ: Прочитать, предложенный для ознакомления, теоретический материал. Ответить на вопросы. Изучить понятийный аппарат.

Вопросы на повторение теоретического материала лекции:

1. Что такое биосфера и каковы ее границы?
2. В чем суть учения Вернадского В. И. о биосфере?
3. Что такое биомасса?
4. Каковы особенности биомассы в почве, на поверхности Земли, в Мировом океане?
5. В чем особенности круговорота веществ в природе и как круговорот связан с функциями живого вещества?
6. Что такое географическая оболочка и как связаны ее компоненты друг с другом?
7. В чем особенности географических поясов?
8. Каковы характеристики высотной зональности?
9. Как связаны понятия «биосфера» и «экология»?
10. Какова характеристика экологических факторов?
11. Какие среды обитания выделяют в природе?
12. Какова характеристика каждой среды обитания?
13. Какие способы приспособления к особенностям окружающей среды встречаются у растений?
14. Какие способы приспособления к особенностям окружающей среды встречаются у животных?
15. Какие виды положительных взаимоотношений связывают организмы в природе?
16. Какие виды отрицательных взаимоотношений связывают организмы в природе?
17. В чем суть нейтральных взаимоотношений организмов в природе?

Основная терминология: абиотические факторы, антибиоз, антропогенные факторы, биомасса, биосфера, биотические факторы, вертикальная зональность, вертикальная поясность, географическая оболочка, географические пояса, живое вещество, зональность, квартиранство, комменсализм, конкуренция, мутуализм, канибализм, нахлебничество, нейтрализм, паразитизм, природные зоны, протокооперация, симбиоз, среда обитания, факторы среды, хищничество.

Биосфера и ее границы. Представление о том, что живые существа нашей планеты взаимодействуют с внешней средой и изменяют ее, возникло

давно. В буквальном переводе термин “биосфера” обозначает сферу жизни и в таком смысле он впервые был введен в науку в 1875 г. австрийским геологом и палеонтологом Эдуардом Зюссом (1831 – 1914). Однако задолго до этого под другими названиями, в частности “пространство жизни”, “картина природы”, “живая оболочка Земли” и т.п., его содержание рассматривалось многими другими естествоиспытателями.

Первоначально под всеми этими терминами подразумевалась только совокупность живых организмов, обитающих на нашей планете, хотя иногда и указывалась их связь с географическими, геологическими и космическими процессами, но при этом скорее обращалось внимание на зависимость живой природы от сил и веществ неорганической природы. Даже автор самого термина “биосфера” Э.Зюсс в своей книге “Лик Земли”, опубликованной спустя почти тридцать лет после введения термина (1909 г.), не замечал обратного воздействия биосферы и определял ее как “совокупность организмов, ограниченную в пространстве и во времени и обитающую на поверхности Земли”.

Первым из биологов, который ясно указал на огромную роль живых организмов в образовании земной коры, был Жан Батист Ламарк (1744 – 1829). Он подчеркивал, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов. Факты и положения о биосфере накапливались постепенно в связи с развитием ботаники, почвоведения, географии растений и других преимущественно биологических наук, а также геологических дисциплин. Те элементы знания, которые стали необходимыми для понимания биосферы в целом, оказались связанными с возникновением экологии, науки, которая изучает взаимоотношения организмов и окружающей среды. Биосфера является определенной природной системой, а ее существование в первую очередь выражается в круговороте энергии и веществ при участии живых организмов. Очень важным для понимания биосферы было установление немецким физиологом Вильгельмом Пфефером (1845 – 1920) трех способов питания живых организмов:

* автотрофное – построение организма за счет использования веществ неорганической природы;

* гетеротрофное – строение организма за счет использования низкомолекулярных органических соединений;

* миксотрофное – смешанный тип построения организма (автотрофно-гетеротрофный).

Биосфера (в современном понимании) – своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами. Биосфера охватывает нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы (рис.1).

Учение о биосфере создал русский ученый-геохимик академик В. И. Вернадский. Первая его книга «Биосфера», в которой излагались основы учения, была опубликована в 1926 г. в Ленинграде. В. И. Вернадский назвал биосферой ту оболочку Земли, в формировании которой живые организмы играли и играют основную роль. Он впервые рассмотрел все живые организмы Земли как единый

фактор, вовлеченный в круговорот веществ в природе, аккумулирующий солнечную энергию и определяющий геологические процессы Земли.

Биосфера — оболочка Земли, населенная живыми организмами, активно ее преобразующими. Вообще, В. И. Вернадский различал семь типов веществ, среди которых:

1. живое вещество, образованное совокупностью организмов;
2. биогенное вещество, создаваемое в процессе жизнедеятельности организмов (газы атмосферы, каменный уголь, нефть, и др.);
3. косное вещество, образуемое без участия живых организмов;
4. биокосное вещество — результат жизнедеятельности организмов и абиогенных процессов (почвы).

Главная роль в геохимических и энергетических процессах, протекающих в биосфере, отводится живому веществу. *Живое вещество, по В. И. Вернадскому, — совокупность всех живых организмов планеты, в данный момент существующем, численно выраженная в элементарном химическом составе, весе, энергии.* Это вещество активно, так как связано с окружающей средой биогенным потоком атомов при осуществлении процессов питания, дыхания, размножения. Таким образом, жизнедеятельность организмов — это мощный геологический процесс планетарного характера. Миграция химических элементов из организма в среду и обратно осуществляется непрерывно. Эта миграция была бы невозможной, если бы элементарный химический состав организмов не был близок химическому составу земной коры. В. И. Вернадский писал: «Организм имеет дело со средой, к которой он не только приспособлен, но которая приспособлена к нему».

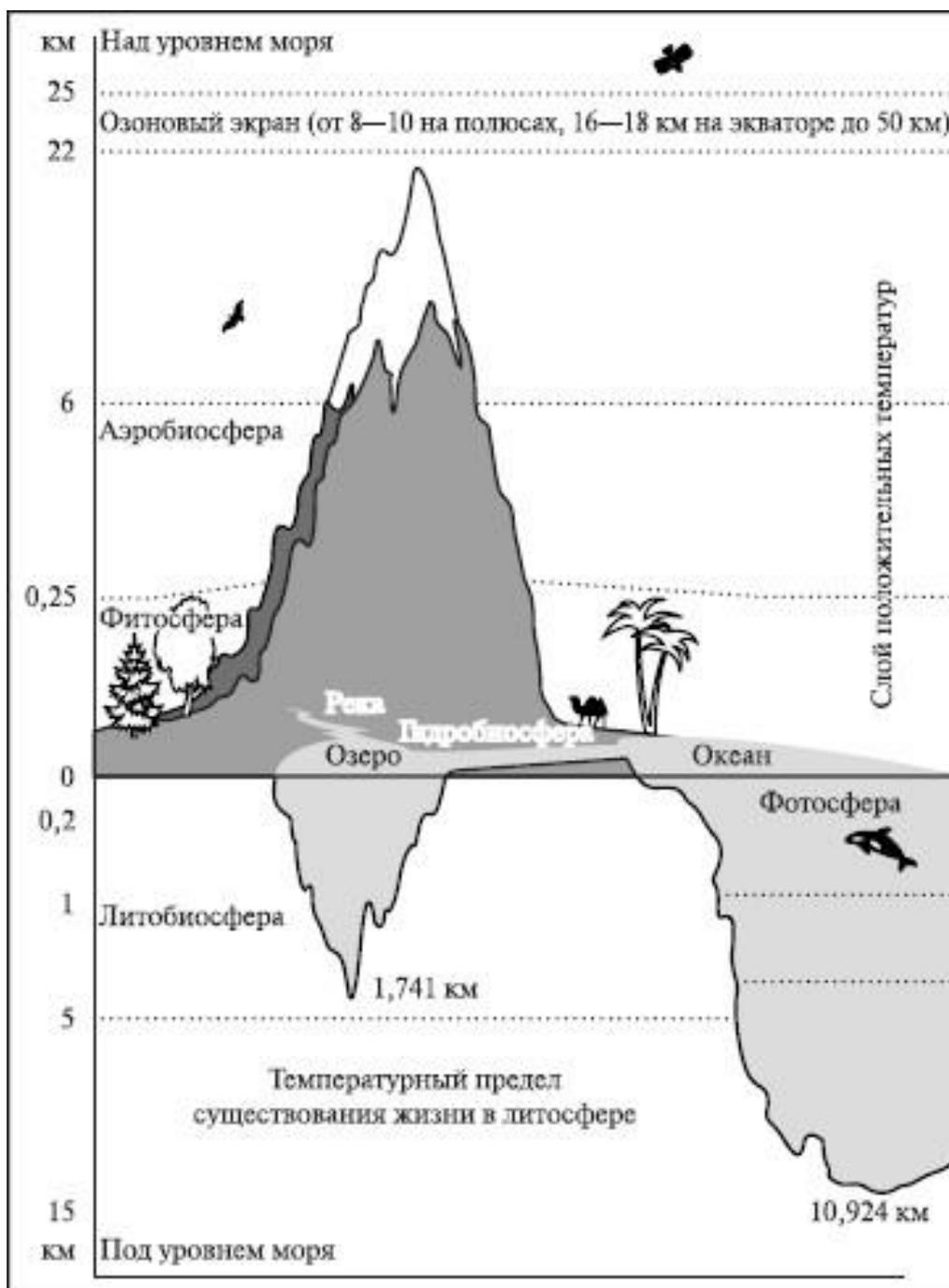


Рис. 1. Границы биосферы

Граница биосферы в атмосфере находится на высоте 15–20 км, совпадая с границей тропосферы. Озоновый экран защищает живые организмы от жесткого ультрафиолетового излучения. Ограничивающими факторами распространения жизни выше этого предела служат излучение, недостаток влаги, кислорода и низкое давление. Наиболее плотно населен нижний слой тропосферы до высоты 50 м.

Граница жизни в гидросфере проходит на глубине около 11 000 м (11 км), т. е. фактически вся водная оболочка пронизана жизнью. Ограничивающими факторами здесь служат отсутствие света и высокое давление. Организмы, населяющие гидросферу, можно разбить на три большие группы:

- самостоятельно перемещающиеся в средних и верхних слоях – *нектон*;
- микроскопические, переносимые течением в верхних слоях – *планктон*;
- придонные организмы называют *бентосом*.

В **литосфере** жизнь сосредоточена в основном на глубине до 80 м. Но некоторые следы жизни обнаружены и глубже, около 100 м, в трещинах и пустотах земной коры. Нижняя граница биосферы обусловлена термодинамическими условиями (высокой температурой недр) и отсутствием жидкой воды. Наиболее плотно заселена организмами поверхностная часть земной коры, и особенно почвенный слой.

Условия и плотность жизни. Биомасса Земли. Необходимым условием для существования живых организмов является наличие воды, воздуха, света и тепла. Температурный фактор, степень влажности и освещенность определяют и распространение жизни на планете. Хотя живые организмы обитают на Земле повсеместно, однако разнообразие и плотность заселения в значительной степени определяются условиями. В суровой Антарктиде и в пустыне Сахаре ее проявления ограничены из-за температурного и водного факторов, но в этих условиях существует живое. Живые организмы очень выносливы. Некоторые из них обитают даже в термальных источниках, температура которых достигает 100 °С и выше.

Жизнь на нашей планете многоярусна – в атмосфере, на земле и в воде.

Вся совокупность живых организмов планеты – живое вещество, обладающее способностью расти, размножаться и расселяться по планете, составляет биомассу Земли.

Вес биомассы составляет $2423 \cdot 10^9$ т сухой массы, из которой 97 % составляют растения, а 3 % – животные и микроорганизмы. Плотность жизни неодинакова в различных средах и на поверхности Земли. Хотя 71 % всей поверхности земного шара покрыт водой, основная биомасса сосредоточена на суше – 99,8 %.

Биомасса поверхности суши – это все живые организмы, обитающие в наземно-воздушной среде на поверхности Земли. Причем на долю растительных организмов приходится 99 %, а животные и микроорганизмы составляют лишь около 1 %. Плотность жизни на континентах зональна, хотя и с многочисленными аномалиями, связанными с местными природными условиями (так, в пустынях или в высокогорьях она значительно меньше, а в местах с благоприятными условиями – больше, чем зональная). Самая высокая она на экваторе, а по мере приближения к полюсам уменьшается, что связано с низкими температурами. Наибольшая плотность и многообразие жизни отмечены во влажных тропических лесах.

Биомасса почвы – это совокупность живых организмов, обитающих в почве. Они играют важную роль в почвообразовании. В почве живет огромное количество бактерий (до 500 т на 1 га), в ее поверхностных слоях распространены зеленые водоросли и цианобактерии (иногда их называют синезелеными водорослями). Толща почвы пронизана корнями растений, грибами. Она является средой обитания для многих животных: инфузорий, насекомых, млекопитающих и др.

Биомасса Мирового океана – это совокупность живых организмов гидросферы. Как уже упоминалось, ее биомасса значительно меньше биомассы суши, причем отношение растительных и животных организмов здесь прямо противоположное. В Мировом океане на долю растений приходится лишь 6,3 %, а

животные составляют 93,7 %. Это связано с тем, что использование солнечной энергии в воде составляет всего 0,04 %, тогда как на суше – до 1 %.

Функции живого вещества. Живое вещество в биосфере выполняет некоторые специфические функции, в том числе газовую, концентрационную, окислительно-восстановительную.

Газовая функция заключается в постоянном газообмене организмов с окружающей средой в процессе дыхания и фотосинтеза.

Концентрационная функция проявляется в биогенной миграции атомов, которые сначала концентрируются в живых организмах в процессе синтеза органических веществ, а затем после их отмирания и минерализации переходят вновь в неживую природу. Следствием этой функции живых организмов является появление значительных количеств химических соединений в определенных местах земной коры (накопление полезных ископаемых), например известняка, торфа, каменного угля.

Окислительно-восстановительная функция лежит в основе обмена веществ и энергии организма с внешней средой. Она выражается в химических превращениях веществ в процессе жизнедеятельности организмов. Образование веществ в живых организмах есть результат окислительно-восстановительных реакций. В процессе синтеза органических веществ преобладают восстановительные реакции и происходят затраты энергии. А в процессе расщепления и окисления в присутствии кислорода преобладают окислительные реакции и выделяется энергия. Жизнь – это непрерывающийся процесс синтеза и распада органических веществ, который объединяет все живые организмы на Земле.

Круговорот веществ и энергии в биосфере. Все живые организмы находятся во взаимосвязи с неживой природой и включены в непрерывный круговорот веществ и энергии (рис. 2). В результате происходит биогенная миграция атомов. Необходимые для жизни организмов химические элементы переходят из внешней среды в организм. При разложении органических веществ эти элементы вновь возвращаются в окружающую среду.

живые организмы. Часть фосфатов растворяется в воде и попадает в Мировой океан, где накапливается на дне, образуя осадочные горные породы.

Вода также участвует в круговороте. В процессе фотосинтеза она используется для синтеза органических веществ, а при дыхании и разложении органических остатков выделяется в окружающую среду. Кроме того, вода необходима для жизнедеятельности всем живым организмам. В ней растворяются минеральные соли и органические вещества, необходимые живым организмам. Через водную среду проходит круговорот элементов натрия, магния, кальция, железа, серы и других элементов, что в общей сложности составляет 1,7 % общего количества веществ, включаемых в круговорот.

В результате круговорота веществ происходит непрерывное перемещение химических элементов из живых организмов в неживую природу и обратно. Круговорот веществ включает два противоположно направленных процесса, связанных с аккумуляцией элементов в живых организмах и минерализацией в результате их разложения. Причем на поверхности Земли преобладает образование живого вещества, а в почве и морских глубинах – минерализация.

Одновременно с миграцией атомов происходит и преобразование энергии. Единственным источником энергии на Земле является Солнце. Часть тепла расходуется на обогрев Земли и испарение воды. И только 0,2 % солнечной энергии используется в процессе фотосинтеза. Эта энергия преобразуется в энергию химических связей органических веществ. При расщеплении и окислении органических веществ в процессе питания энергия освобождается и расходуется на процессы жизнедеятельности организмов: рост, движение, размножение, развитие, обогрев тела. Таким образом, постоянно поступающая солнечная энергия аккумулируется в органических веществах и ее используют все живые организмы.

Итак, биосфера представляет собой большую систему, состоящую из разнородных компонентов, связанных между собой процессами миграции энергии и вещества. Источником энергии служит Солнце. Цикличность процессов миграции – круговорот веществ обеспечивает непрерывное существование биосферы.

Количество живого вещества (биопродукция) колеблется: размножение и рост живых организмов приводят к ее росту, подавление и ограничение скорости размножения и роста, гибель организмов способствуют ее уменьшению. К ограничивающим факторам относятся концентрация углекислого газа в атмосфере, недостаток влаги, нехватка питательных элементов, интенсивность света. Эти факторы ограничивают не только скорость образования органического вещества, но и скорость других геохимических процессов, протекающих в неживой природе.

Географическая оболочка. Компоненты географической оболочки и их взаимодействие. Атмосфера, литосфера, гидросфера и биосфера – четыре оболочки земного шара находятся в сложном взаимодействии, взаимопроникают друг в друга. Все вместе они составляют географическую *оболочку*.

В географической оболочке развивается жизнь, проявляется деятельность воды, льда, ветра, образуются почвы, осадочные горные породы.

Географическая оболочка – это область сложного взаимопроникновения, взаимодействия космических и земных сил. Она продолжает развиваться и усложняться в результате взаимодействия живой и неживой природы.

Верхняя граница географической оболочки соответствует тропопаузе – переходному слою между тропосферой и стратосферой. Над экватором этот слой располагается на высоте 16–18 км, а на полюсах – 8–10 км. На этих высотах затухают и прекращаются процессы, порождаемые взаимодействием геосфер. В стратосфере практически отсутствует водяной пар, нет вертикального перемещения воздуха, изменение температур не связано с влиянием земной поверхности. Невозможна здесь и жизнь.

Нижняя граница на суше проходит на глубине 3–5 км, т. е. там, где изменяются состав и свойства горных пород, отсутствуют вода в жидком состоянии и живые организмы.

Географическая оболочка Земли представляет собой целостную материальную систему, качественно отличную от других геосфер Земли. Ее целостность определяется непрерывным взаимодействием твердых, жидких и газообразных, а с возникновением жизни – и живых веществ. Все составные части географической оболочки взаимодействуют, используя солнечную энергию, поступающую на Землю, и энергию внутренних сил Земли.

Взаимодействие между геосферами Земли в пределах географической оболочки происходит в результате круговорота веществ (воды, углерода, кислорода, азота, углекислого газа и др.).

Все компоненты географической оболочки находятся в сложных взаимосвязях. Изменение одного компонента непременно вызывает изменение и других.

Ритмичность явлений в географической оболочке. Географическая оболочка Земли постоянно изменяется, усложняются взаимосвязи между ее отдельными компонентами. Эти изменения происходят во времени и в пространстве. В природе существуют ритмы разной продолжительности. Короткие, суточные и годовые ритмы особенно важны для живых организмов. Их периоды покоя и активности согласуются с этими ритмами. **Суточный ритм** (смена дня и ночи) обусловлен вращением Земли вокруг своей оси; **годовой ритм** (смена времен года) – обращением Земли вокруг Солнца. Годовая ритмика проявляется в существовании периодов покоя и вегетации у растений, в линьке и миграции животных, в некоторых случаях – в спячке, размножении. Годовая ритмика в географической оболочке зависит от широты мест: в экваториальных широтах она выражена слабее, чем в умеренных или полярных.

Суточные ритмы протекают на фоне годовых, годовые – на фоне многолетних. Существуют также **вековые**, многолетние ритмы, например изменения климата (похолодание – потепление, иссушение – увлажнение).

Изменения в географической оболочке происходят и в результате движения материков, наступления и отступления морей, в ходе геологических процессов: при эрозии и аккумуляции, работе моря, вулканизме. В целом географическая оболочка развивается поступательно: от простого к сложному, от низшего к высшему.

Зональность и секторность географической оболочки. Важнейшая структурная особенность географической оболочки – ее зональность. **Закон зональности** был сформулирован великим русским ученым-естествоиспытателем В. В. Докучаевым, который писал, что расположение нашей планеты относительно Солнца, ее вращение и шарообразность влияют на климат, растительность и животных, которые распределяются по земной поверхности по направлению с севера на юг в строго определенном порядке.

Зональность лучше выражена на обширных равнинах. Однако границы географических зон редко совпадают с параллелями. Дело в том, что на распределение зон оказывают влияние многие другие природные факторы (например, рельеф). В пределах зоны могут наблюдаться значительные различия. Это объясняется тем, что зональные процессы накладываются на азональные, обусловленные внутренними факторами, не подчиненными законам зональности (рельеф, распределение суши и воды).

Самые крупные зональные подразделения географической оболочки – **географические пояса**, их выделяют по радиационному балансу (приходу-расходу солнечной радиации) и характеру общей циркуляции атмосферы. На Земле существуют следующие географические пояса: экваториальный, субэкваториальные (северный и южный), тропические (северный и южный), субтропические (северный и южный), умеренные (северный и южный), субполярные (субарктический и субантарктический), полярные (арктический и антарктический).

Географические пояса не имеют правильной кольцевой формы, они расширяются, сужаются, изгибаются под воздействием материков и океанов, морских течений, горных систем.

На материках и океанах географические пояса качественно отличны. На океанах они хорошо выражены на глубинах до 150 м, слабо – до глубины 2000 м.

Под влиянием океанов на материках внутри географических поясов образуются **долготные секторы** (в поясах умеренных, субтропических и тропических), приокеанические и континентальные.

На равнинах в пределах географических поясов выделяют **природные зоны** (рис. 3). В континентальном секторе умеренного пояса в пределах Восточно-Европейской равнины это зоны лесов, лесостепей, степей, полупустынь, пустынь. Природными зонами называют подразделения земной поверхности, характеризующиеся сходными почвенно-растительными и климатическими условиями. Основной фактор формирования почвенно-растительного покрова – соотношение температур и увлажнения.

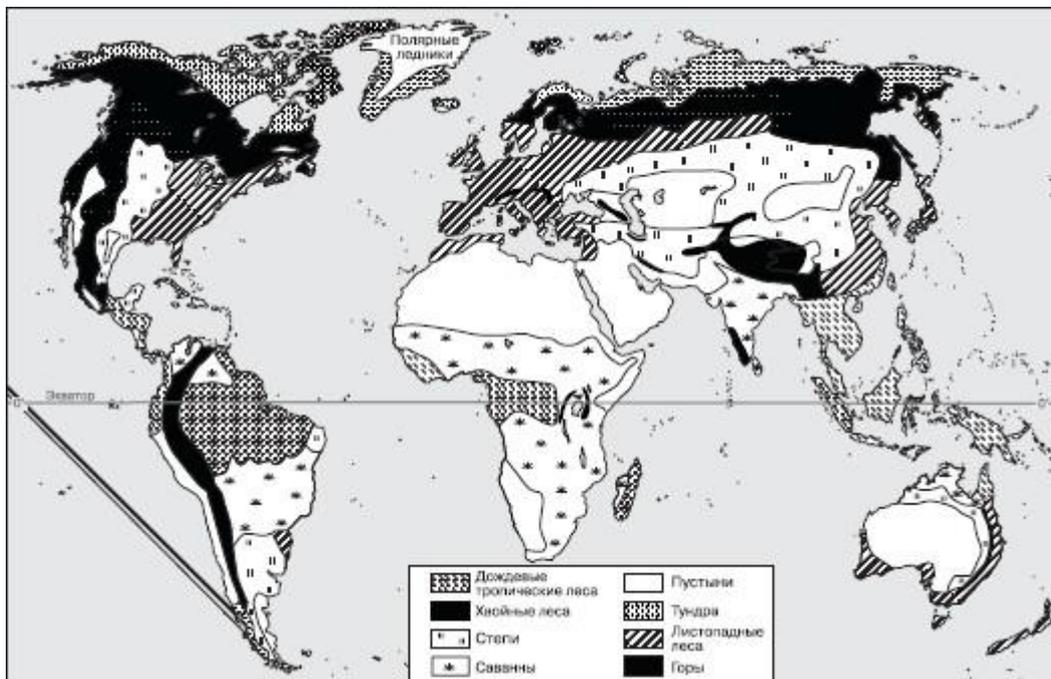


Рис. 3. Основные биозоны Земли

Вертикальная поясность. По вертикали природные компоненты изменяются иными темпами, чем по горизонтали. При подъеме вверх в горах изменяются количество атмосферных осадков и световой режим. Эти же явления по-иному выражены на равнине. Разная экспозиция склонов – причина неодинакового распределения температуры, увлажнения, почвенно-растительного покрова. Причины широтной зональности и вертикальной поясности различны: зональность зависит от угла падения солнечных лучей и соотношения тепла и влаги; вертикальная поясность – от понижения температуры с высотой и степени увлажнения.

Почти каждая горная страна на Земле имеет свои особенности вертикальной поясности. Во многих горных странах пояс горной тундры выпадает и замещается поясом горных лугов.

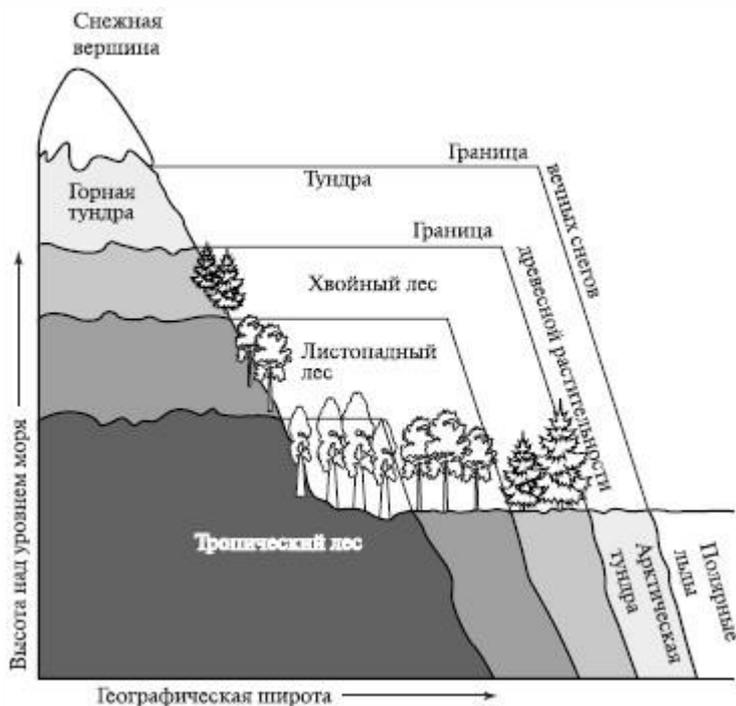


Рис. 4. Изменение растительности в зависимости от широты и высоты местности

Высотная поясность (рис. 4) начинается с зоны, расположенной у подошвы горы. Важнейшим фактором в распределении высоты поясов является степень увлажнения.

В современной экологии понятие о биосфере является одним из основополагающих. В последствии, Вернадский разрабатывает понятие о том, что биосфера под влиянием научных достижений и человеческого труда постепенно переходит в новое состояние - **ноосферу** – **сферу разума**. Представление о комплексах организмов, взаимосвязанных между собой и с окружающей неживой средой нашло свое отражение и в появлении таких понятий как "экосистема" (А.Тексли, 1935 год) и "биогеоценоз" (В.Н.Сукачев, 1940 год).

Во второй половине XX, века в связи с резкими неблагоприятными последствиями воздействия человека на биосферу (так называемых "экологический кризис"), резко возрастает практическое значение экологии, необходимость проведения природоохранных мероприятий, происходит "экологизация" многих естественных наук, устанавливается связь экологии с философией и социологией. Экологический подход становится необходим при решении производственных, научно-технических, демографических и других задач.

Биосфера и экология. На сегодняшний день экология изучает следующие факторы взаимодействия организмов со средой обитания.

1. Абиотические факторы, наиболее благоприятные для организмов. К абиотическим факторам относятся:

а) климатические условия - географическая широта, положение континентов, макроклимат, микроклимат, температура (высчитывают минимальную и максимальную температуры, при которой могут существовать организмы), относительная влажность воздуха, свет;

б) эдафический фактор - совокупность физических и химических свойств почвы, способных оказывать экологическое воздействие на живые организмы, учитывают структуру почвы и ее состав;

в) факторы водной среды - физические и химические свойства воды.

2. Внутривидовые биотические факторы. Виды живут популяцией. Действующие в популяциях факторы называются демографическими. У животных развит фактор поведения или этологический фактор. Это и составляет внутривидовые биотические факторы. К демографическим факторам относятся:

а) численность популяции - определяется у оседлых животных, обитающих на строго ограниченной территории в условиях, когда обмен с соседними популяциями происходит редко;

б) соотношение полов - часто имеет значение количество самок данного вида, количество же самцов учитывается только у некоторых видов, которые образуют устойчивую пару и могут жить так до конца жизни;

в) продолжительность жизни - это время, которое протекает между рождением и смертью организма, средняя продолжительность жизни особей в популяции соответствует средней продолжительности жизни отдельных особей;

г) плодовитость - обычно характеризуется коэффициентом рождаемости в популяции, то есть числом потомков, произведенных единицей популяции в единицу времени.

К этологическим факторам относятся:

а) факторы, связанные с полом - проявляются у некоторых видов, где самцы и самки отличаются иногда разным поведением, проявляющимся либо самопроизвольно, либо по отношению к факторам внешней среды;

б) групповой эффект - этот термин обозначает морфологические и поведенческие изменения, которые наблюдаются у животных одного вида при групповой жизни;

в) конкуренция - при росте популяции, когда ее численность приближается к точке, соответствующей насыщению среды обитания, вступает в действие механизм регуляции численности данной популяции - смертность ее возрастает, а плодовитость снижается.

3. Межвидовые биотические факторы. Здесь рассматривается отношение вида с другими видами, а также влияние, которое виды оказывают друг на друга. Изучаются следующие аспекты:

а) изменение среды под воздействием живых организмов - любой организм в той или иной степени изменяет свою среду обитания (одновременно в физическом и химическом отношении);

б) взаимодействие между видами, оно может быть:

- нейтрализмом - два вида не оказывают влияния друг на друга;

- конкуренция - два вида вступают в конкуренцию для получения убежища и пищи, причем два вида сосуществуют если их требования различны и чем больше совпадают требования, тем сильнее конкуренция;

- положительное взаимодействие - все случаи, когда один из видов извлекает для себя пользу из сожительства с другим видом и не причиняет ему при этом никакого вреда (комменсализм - сожительство благоприятно для одного вида, мутуализм - пользу из сожительства извлекают оба вида);

- эксплуатация: паразитизм и хищничество – охватывают случаи, когда отношение двух видов благоприятно для одного из них и неблагоприятно для другого (хищником можно назвать животное, которое умерщвляет и съедает жертву, как правило меньших размеров, чем оно само, а паразитом - организм, который питается за счет хозяина, более крупного, чем он, к которому он часто прикрепляется и которому причиняет очень небольшой вред;

в) питание организмов - рост и нормальное протекание жизнедеятельности различных организмов осуществляется в результате питания;

г) отношение между видом и его пищей - на размеры популяции влияет как количество пищи, так и ее качество.

4. Синэкология. Место обитания многих взаимодействующих видов называется биотопом. Синэкология изучает присущие данному биотопу физические и химические условия. Здесь изучаются:

а) различные экосистемы, их группы, кем населены, как осуществляется обмен с другими экосистемами, пищевые цепи, протяженность их, состав экосистемы, плотность популяции, наличие в экосистемах горизонтов и другое;

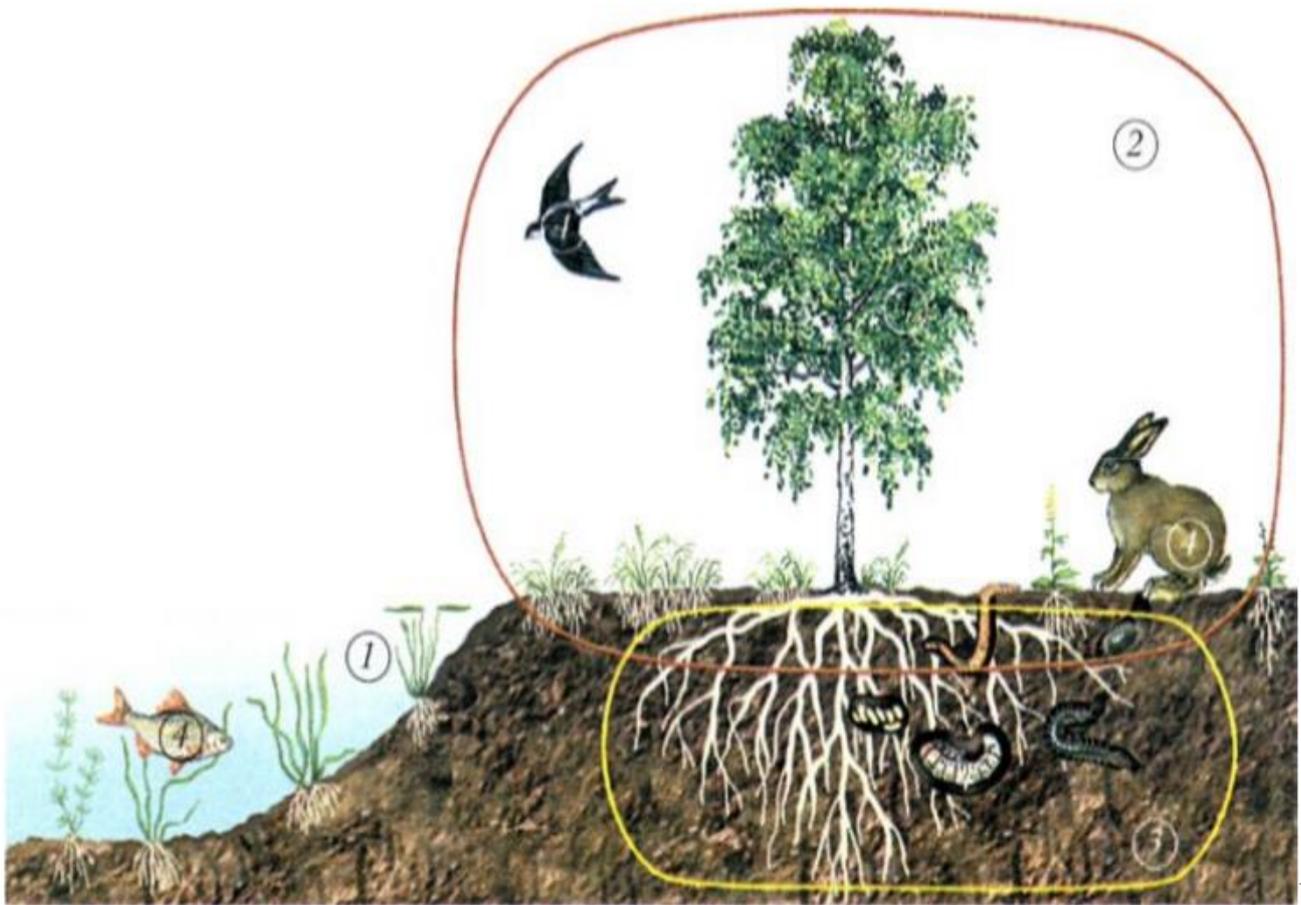
б) обмен энергией в экосистемах- рассматривают лишь главные категории: продуценты, консументы, деструкторы (редуценты);

в) продуктивность экосистемы - количество лучистой энергии, превращенной организмами в химическую называют первичной продуктивностью биоценоза, а валовая продуктивность охватывает всю химическую энергию в форме произведенного органического вещества, чистая же соответствует прибавке органического вещества в растениях.

Среды жизни организмов. Влияния среды на организм — и есть экологические факторы, которые мы изучали на предыдущих уроках. Иными словами, среда жизни характеризуется определенным набором экологических факторов. Общеизвестным определением среды является определение Николая Павловича Наумова:

СРЕДА — все, что окружает организмы, прямо или косвенно влияет на их состояние, развитие, выживание и размножение.

Среды, обеспечивающие возможность жизни организмов, разнообразны. На нашей планете имеются четыре разные среды жизни: водная, наземно-воздушная, почвенная и организменная, т. е. среда жизни паразитов (рис. 19).



ис. 19. Четыре среды жизни на Земле: 1 — водная; 2— наземно-воздушная; 3— почвенная; 4 — организменная

Водная среда. По мнению большинства авторов, изучающих возникновение жизни на Земле, эволюционно первичной средой жизни была именно водная среда. Этому положению мы находим не мало косвенных подтверждений. Прежде всего, большинство организмов не способны к активной жизнедеятельности без поступления воды в организм или, по крайней мере, без сохранения определенного содержания жидкости внутри организма. Внутренняя среда организма, в которой происходят основные физиологические процессы, очевидно, по-прежнему сохраняет черты той среды, в которой происходила эволюция первых организмов. Так, содержание солей в крови человека (поддерживаемое на относительно постоянном уровне) близко к таковому в океанической воде. Свойства водной океанической среды во многом определили химико-физическую эволюцию всех форм жизни.

Водная среда жизни может быть с морской или речной, с текучей или стоячей водой. В водах естественных водоемов (океаны, моря, реки, озера) содержатся различные минеральные соли, но мало кислорода и солнечного света. В толще океана, на дне глубокого озера всегда полумрак или совсем темно. Растения в этой среде могут расти лишь на сравнительно небольшой глубине, только там, куда проникает свет. Температура в водной среде мало меняется в течение суток и сезонов, причем она всегда плюсовая (+4 ... +25 °C). В таких условиях приспособились жить водоросли и очень немногие высшие растения.

Пожалуй, главной отличительной особенностью водной среды является ее относительная консервативность. Скажем, амплитуда сезонных или суточных колебаний температуры в водной среде намного меньше, чем в наземно-воздушной. Рельеф дна, различие условий на различных глубинах, наличие коралловых рифов и проч. создают разнообразие условий в водной среде.

Особенности водной среды проистекают из физико-химических свойств воды. Так, большое экологическое значение имеют высокая плотность и вязкость воды. Удельная масса воды соизмерима с таковой тела живых организмов. Плотность воды примерно в 1000 раз выше плотности воздуха. Поэтому водные организмы (особенно, активно движущиеся) сталкиваются с большой силой гидродинамического сопротивления. Эволюция многих групп водных животных по этой причине шла в направлении формирования формы тела и типов движения, снижающих лобовое сопротивление, что приводит к снижению энергозатрат на плавание. Так, обтекаемая форма тела встречается у представителей различных групп организмов, обитающих в воде, — дельфинов (млекопитающих), костистых и хрящевых рыб.

Высокая плотность воды является также причиной того, что механические колебания (вибрации) хорошо распространяются в водной среде. Это имело важное значение в эволюции органов чувств, ориентации в пространстве и коммуникации между водными обитателями. Вчетверо большая, чем в воздухе, скорость звука в водной среде определяет более высокую частоту эхолокационных сигналов. В связи с высокой плотностью водной среды ее обитатели лишены обязательной связи с субстратом, которая характерна для наземных форм и связана с силами гравитации. Поэтому есть целая группа водных организмов (как растений, так и животных), существующих без обязательной связи с дном или другим субстратом, «парящих» в водной толще. Электропроводность открыла возможность эволюционного формирования электрических органов чувств, обороны и нападения.

Наземно-воздушная среда. Наземно-воздушная среда характеризуется огромным разнообразием условий существования, экологических ниш и заселяющих их организмов. Надо отметить, что организмы играют первостепенную роль в формировании условий наземно-воздушной среды жизни, и прежде всего — газового состава атмосферы. Практически весь кислород земной атмосферы имеет биогенное происхождение.

В этой среде жизни произрастают почти все высшие растения. Здесь находятся леса, луга, степи, тундры, сады и поля. Основными особенностями наземно-воздушной среды является большая амплитуда изменения экологических факторов, неоднородность среды, действие сил земного тяготения, низкая плотность воздуха. Комплекс физико-географических и климатических факторов, свойственных определенной природной зоне, приводит к эволюционному становлению морфофизиологических адаптаций организмов к жизни в этих условиях, многообразию форм жизни.

Наземно-воздушная среда характеризуется обилием воздуха. Высокое содержание кислорода в атмосфере (около 21%) определяет возможность формирования высокого (энергетического) уровня обмена веществ. Атмосферный воздух отличается низкой и изменчивой влажностью. Это обстоятельство во многом лимитировало (ограничивало) возможности освоения наземно-воздушной среды, а также направляло эволюцию водно-солевого обмена и структуры органов дыхания. В этой среде много света, но в разных местах отмечаются очень большие колебания температуры и влажности в зависимости от сезона, времени суток и географического положения территории. Большую роль играет ветер.

Природные условия наземно-воздушной среды разнообразны. Потому и жизнь растений в этой среде протекает неодинаково. Одни живут на ярко освещенных местах, другие в тени; одни обитают на солончатых почвах, другие — на кислых. Они растут в низинах или на холмах, на склонах гор, около рек, озер, на побережьях морей, среди скал или на плодородных степных просторах. Таким разнообразием мест обитания растений в наземно-воздушной среде определяется множество их форм.

Почвенная среда. Почва — это поверхностный плодородный слой суши. Эта среда образовалась из смеси минеральных веществ, при распаде горных пород и органических веществ (перегноя) в результате разложения растительных и животных остатков. Почва является результатом деятельности живых организмов. Заселявшие наземно-воздушную среду организмы приводили к возникновению почвы как уникальной среды обитания. Почва представляет собой сложную систему, включающую твердую фазу (минеральные частицы), жидкую фазу (почвенная влага) и газообразную фазу. Соотношение этих трех фаз и определяет особенности почвы как среды жизни. Важной особенностью почвы является также наличие определенного количества органического вещества. Оно образуется в результате отмирания организмов и входит в состав их экскретов (выделений). Условия почвенной среды обитания определяют такие свойства почвы как ее аэрация (то есть насыщенность воздухом), влажность (присутствие влаги), теплоемкость и термический режим (суточный, сезонный, многолетний ход температур). Термический режим, по сравнению с наземно-воздушной средой, более консервативный, особенно на большой глубине. В целом, почва отличается довольно устойчивыми условиями жизни.

Вертикальные различия характерны и для других свойств почвы, например, проникновение света, естественно, зависит от глубины.

Многие авторы отмечают промежуточность положения почвенной среды жизни между водной и наземно-воздушной средами. В почве возможно обитание организмов, обладающих как водным, так и воздушным типом дыхания. Вертикальный градиент проникновения света в почве еще более выражен, чем в воде. Микроорганизмы встречаются по всей толще почвы, а растения (в первую очередь, корневые системы) связаны с наружными горизонтами.

Для почвенных организмов характерны специфические органы и типы движения (роющие конечности у млекопитающих; способность к изменению толщины тела; наличие специализированных головных капсул у некоторых видов); формы тела (округлая, вольковатая, червеобразная); прочные и гибкие покровы; редукция глаз и исчезновение пигментов. Среди почвенных обитателей широко развита сапрофагия — поедание трупов других животных, гниющих остатков и т.д. Здесь обитают многочисленные мельчайшие водоросли, находятся семена и споры разных растений, размещаются корни наземных растений. В почве также живут многочисленные бактерии, мелкие животные и грибы.

Организменная среда. Эта среда представлена организмом-хозяином, который питательными веществами своего тела обеспечивает существование живущих в нем паразитов. Живой организм может также служить средой обитания — для паразитов и симбионтов. Например, человеческий организм является средой обитания для огромного числа различных симбионтов (прежде всего, нормальной микрофлоры кишечника), а не редко — и паразитов (разнообразных плоских и круглых червей, простейших). Организм как среда обитания характеризуется определенным постоянством (гомеостазом). В то же время некоторые виды паразитов вынуждены противостоять агрессивной среде организма (например, агрессивной среде желудочно-кишечного тракта) и иммунной системе организма. Организм, как правило, обеспечивает паразитов и симбионтов питательными веществами, находящимися в доступной форме и не требующими дальнейшего пищеварения и переработки. Поэтому у большинства паразитов наблюдается упрощение строения (редукция) органов пищеварения. Стратегия их выживания направлена на оставление как можно большего числа потомков, формирование защитных механизмов и приспособлений к распространению.

Так, на ветвях яблони, груши, клена, сосны паразитирует омела белая, на стеблях хмеля и многих трав — повилика, а на корнях подсолнечника поселяется паразитическое растение заразиха. Отсасывая соки подсолнечника, заразиха истощает его, сама же успешно развивается и образует много семян. При прорастании растения -паразиты снова поселяются на растении-хозяине. Подсолнечник — это среда жизни для заразихи, т. е. организм-хозяин является средой жизни для паразита.

Человек часто создает необходимые условия для жизни растений при их выращивании. Жизнь культурных растений находится под защитой человека. Он добавляет недостающую в окружающей среде воду при поливе, удаляет сорняки, вредителей и паразитов при прополке, рыхлит почву, вносит удобрения. Прекращение ухода за культурными растениями обычно приводит к их гибели. Дикорастущие растения такого ухода не получают. Их жизнь в природе всецело зависит от условий окружающей среды. Если они произрастают в определенном месте, значит, имеют свойства (приспособления), обеспечивающие им выживание в этой среде.

Приспособление организмов в природе. В XIX в. исследования приносили все новые данные, раскрывающие приспособленность животных и растений к условиям окружающей среды; вопрос же о причинах этого

совершенства органического мира оставался открытым. Дарвин объяснил происхождение приспособленности в органическом мире с помощью естественного отбора. Организм в природе приспособляется через

- ❖ особенности внешнего вида (формы головы, носа, глаз, языка, ушей, шей, туловища, ног, зубов, окраска туловища или цвета шерсти; форма ствола, цветка, плода и семени у растений)
- ❖ изменения внешнего вида (изменения окраски при испытывании дискомфорта условий)
- ❖ изменения окраски посезонно
- ❖ изменения пола особей
- ❖ форма жилища
- ❖ залегание в спячку
- ❖ миграция в теплые края
- ❖ предостерегающее поведение (звуки, позы, движения)

Примеры приспособленности в животном мире. В животном мире широко распространены различные формы защитной окраски. Их можно свести к трем типам: покровительственная, предостерегающая, маскировочная.

Покровительственная окраска помогает организму стать менее заметным на фоне окружающей местности. Среди зеленой растительности клопы, мухи, кузнечики и другие насекомые часто окрашены в зеленый цвет. Фауну Крайнего Севера (белый медведь, полярный заяц, белая куропатка) характеризует белая окраска. В пустынях преобладают желтые тона окраски животных (змеи, ящерицы, антилопы, львы). Предостерегающая окраска ясно выделяет организм в окружающей среде яркими, пестрыми полосами, пятнами. Она встречается у ядовитых, обжигающих или жалящих насекомых: шмелей, ос, пчел, жуков-нарывников. Яркая, предостерегающая окраска обычно сопровождается другими средствами защиты: волоски, шипы, жала, едкие или остро пахнущие жидкости. К этому же типу окраски относится угрожающая. Маскировка может достигаться сходством по форме тела и окраске с каким-либо предметом: листом, веткой, сучком, камнем и т. д. При опасности гусеница бабочки-пяденицы вытягивается и застывает на ветке напоподобие сучка. Бабочку совки-гнилушки в неподвижном состоянии легко принять за кусочек гнилого дерева. Маскировка достигается также мимикрией. Под мимикрией имеют в виду сходство в окраске, форме тела и даже в поведении и повадках между двумя или несколькими видами организмов. Например, шмелевидные и осовидные мухи, лишенные жала, очень похожи на шмелей и ос — жалящих насекомых. Не следует думать, что защитная окраска обязательно и всегда спасает животных от истребления врагами. Но более приспособленные по окраске организмы или группы их погибают значительно реже, чем менее приспособленные. Наряду с защитной окраской у животных сложились многие другие приспособления к условиям жизни, выражающиеся в их повадках, инстинктах, поведении. Например, перепела в случае опасности быстро опускаются на поле и замирают в неподвижной позе. В пустынях змеи, ящерицы, жуки прячутся от зноя в песок. В момент опасности многие животные принимают угрожающие позы.

Примеры приспособленности у растений. Высокие деревья, кроны которых свободно обдувает ветер, как правило, имеют плоды и семена с летучками. Для подлеска и кустарников, где обитают птицы, характерны яркие, со съедобной мякотью плоды. У многих луговых трав плоды и семена имеют крючочки, которыми они прицепляются к шерсти млекопитающих.

Разнообразные приспособления препятствуют самоопылению и обеспечивают перекрестное опыление растений. У однодомных растений мужские и женские цветки созревают не одновременно (огурцы). Растения с обоеполыми цветками защищены от самоопыления разновременным созреванием тычинок и пестиков или особенностями их строения и взаимного расположения (у первоцвета). Укажем еще примеры: нежные ростки весенних растений — ветреницы, чистяка, голубой перелески, гусяного лука и др. — переносят температуры ниже нуля благодаря наличию концентрированного раствора сахара в клеточном соке. Очень медленный рост, низкорослость, мелколистность, поверхностное расположение корней у деревьев и кустарников в тундре (ива, береза, можжевельник), чрезвычайно быстрое развитие полярной флоры весной и летом — все это приспособления к жизни в условиях вечной мерзлоты.

Плодовитость организмов как приспособление к сохранению вида.

Вы уже ознакомились с явлением интенсивности размножения организмов как предпосылкой к борьбе за существование и естественному отбору. Однако способность организмов оставлять многочисленное потомство следует рассматривать и как важное приспособление к сохранению вида. Доказательством служит тот факт, что наиболее многочисленное потомство производится теми видами, у которых оно подвергается массовому уничтожению, например у червей-паразитов, у многих видов рыб. Высокой плодовитостью отличаются мелкие слабосильные животные — виды мышевидных грызунов, а также многие насекомые. У видов с развитым инстинктом охраны потомства оно немногочисленное. Самка различных видов колюшки откладывает всего 120—150 икринок в гнездо, построенное самцом, который охраняет оплодотворенную икру и мальков.

Многие сорные растения производят неизмеримо большее количество семян, чем культурные, — это приспособительный признак.

Многообразие приспособлений. Виды растений и животных отличаются приспособленностью не только к условиям неорганической среды, но и друг к другу. Например, в широколиственном лесу травяной покров весной образуют светолюбивые растения (хохлатка, ветреница, медуница, чистяк), а летом — теневыносливые (будра, ландыш, зеленчук). Опылителями раннецветущих растений являются главным образом пчелы, шмели и бабочки; летнее цветущие растения опыляются обычно мухами. Многочисленные насекомоядные птицы (иволга, поползень), гнездясь в широколиственном лесу, уничтожают его вредителей. В одной и той же среде обитания организмы обладают различными приспособлениями. Птица оляпка не имеет плавательных перепонки, хотя она добывает себе пищу под водой, ныряя, пользуясь крыльями и цепляясь ногами за камни. Крот и слепыш принадлежат к роющим животным, но

первый роет конечностями, а второй проделывает подземные ходы головой и сильными резцами. Тюлень плавает при помощи ластов, а дельфин пользуется хвостовым плавником.

Взаимоотношения организмов в природе. Среди огромного разнообразия взаимосвязей живых существ выделяют определенные типы отношений, имеющие много общего у организмов разных систематических групп.

- **Нейтрализм**, при котором совместно обитающие на одной территории организмы не влияют друг на друга. При нейтрализме особи разных видов не связаны друг с другом непосредственно. Примером нейтрализма могут быть взаимоотношение белки и лося в одном лесу, где они не контактируют друг с другом.

- **Симбиоз** - сожительство (от греческого "син" - вместе, "биос" - жизнь) - форма взаимоотношений, при которых оба партнера или один из них извлекает пользу от другого.

- **Антибиоз**, при котором обе взаимодействующие популяции или одна из них испытывают отрицательное влияние.

Симбиоз. Положительные симбиотические взаимоотношения представлены в природе самыми разнообразными формами:

➤ **Комменсализм** - тип взаимоотношений, при котором один из двух обитающих совместно видов извлекает пользу из совместного существования, не причиняя вреда другому виду.

В открытом океане крупных морских животных - акул, дельфинов, черепах - часто сопровождают небольшие рыбы - лоцманы. Лоцманы кормятся остатками пищи животных, которых они сопровождают, а так же их экскрементами и паразитами. Близость к крупным хищникам защищает лоцманов от нападения. Инстинкт следования за крупными движущимися телами заставляет лоцманов сопровождать и корабли. В этом случае они питаются кухонными отбросами. Такие отношения между видами называют нахлебничеством.

➤ **Нахлебничество** может принимать разные формы. Например, гиены подбирают остатки недоеденной львами добычи.

Примером перехода нахлебничества в более тесные взаимоотношения между видами служат рыбы-прилипалы, обитающие в тропических и субтропических морях. Их передний спинной плавник преобразовался в присоску, что позволяет прилипалам прочно удерживаться на поверхности тела акул, китообразных. Биологический смысл прикрепления прилипал заключается в облегчении передвижения и расселения этих рыб. Если прилипалы используют крупных рыб, как "извозчиков", то гораздо чаще тела животных других видов или их местообитание (постройки) служат убежищем. Эта форма взаимоотношений получила название **квартирантства**.

В полости тела голотурии (тип Иголокожие), называемой так же морским огурцом, находят убежище разнообразные мелкие животные. Мальки рыб прячутся под зонтиками крупных медуз, где находятся под защитой щупалец, снабженных стрекательными клетками. В гнездах птиц, норах грызунов, обитает огромное количество насекомых и клещей. Особую важность приобретает

использование надежных убежищ для сохранения икры или молоди. Морские рыбы карепрокты откладывают икру под панцирь крабов в его жаберную полость. Отложенные на жабры икринки развиваются в условиях идеального снабжения чистой водой, непрерывно пропускаемой через жабры хозяина. Такое же приспособление выработалось у пресноводного горчака, откладывающего икру в мантийную полость двустворчатых моллюсков - беззубок. Взрослые рыбы также нередко ищут защиты у животных других видов. Мелкие кривохвостки подолгу держатся между длинными иглами морских ежей, в полной безопасности от хищников.

Растения тоже используют другие виды как места обитания. Примером могут служить эпифиты ("эпи" - сверх, "фитон" - растение) - растения, поселяющиеся на деревьях. Эпифитами могут быть водоросли, лишайники, мхи, папоротниковые, цветковые. Древесные растения служат им местом прикрепления, но не источником питания или минеральных солей. Питаются эпифиты за счет отмирания тканей, выделений хозяина или в процессе фотосинтеза. В нашей стране эпифиты представлены в основном лишайниками и некоторыми мхами.

- **Протокооперация** - совместное существование выгодно обоим видам, но не обязательно для них.

В тропических морях на небольших глубинах обитают своеобразные кишечнополостные животные, относящиеся к коралловым полипам,- актинии. В отличие от других кораллов они лишены твердого скелета и имеют вид небольшого цилиндра, окаймленного на верхнем конце венчиком из щупалец. Как и все кораллы, актинии ведут сидячеприкрепленный образ жизни. Однако нередко можно видеть, как актинии медленно перемещаются по морскому дну. Это бывает в тех случаях, когда актиния поселяется на пустой раковине какого-нибудь моллюска. В раковине находит себе убежище рак-отшельник, прячущий в ней свое мягкое брюшко, и он-то и "везет" на себе раковину вместе с актинией. Такое сожительство взаимовыгодно: перемещаясь по дну, рак увеличивает пространство, используемое актинией для ловли добычи. Часть добычи, пораженная стрекательными клетками актинии, не захватывается ею, падает на дно и поедается раком. Польза для обоих организмов очевидна, но связь их необязательна: и рак и актиния могут существовать обособленно.

Другой пример необязательной, но взаимовыгодной связи дают взаимоотношения мелких рыбок семейства Губановых и крупных хищных мурен. Среди Губановых имеются так называемые рыбы-чистильщики, освобождающие крупных рыб от наружных паразитов, находящихся на коже, в жаберной и ротовой полости. Обитают губаны-чистильщики всегда в одном и том же месте. Крупные хищники, в том числе мурены, страдающие от паразитов, приплывают в места обитания губанов и дают им возможность уничтожать паразитов даже у себя во рту, хотя могли бы с легкостью их проглотить.

У свободноживущих организмов всегда очень много паразитов. Поэтому в некоторых случаях они становятся единственным источником пищи для чистильщиков. Известны креветки, выполняющие ту же роль, что и губаны. Рыбы, мелкие и крупные, те же мурены, приплывают к местам, где их ожидают креветки, принимают определенную позу - ложатся на бок и открывают пасть - и

ждут, пока клешни не соберут паразитов с поверхности тела или в ротовой полости. Заодно с паразитами клешни поврежденные отмершие участки тканей. Среди позвоночных животных такое явление распространено достаточно широко. Многие птицы кормятся на копытных, собирая с их тел паразитов - клещей. Столь же часто птицы выщипывают зимнюю шерсть у оленей, лосей, коров, во время линьки, используя ее при постройке гнезд.

Примером взаимовыгодных отношений служит сожительство так называемых клубеньковых бактерий и бобовых растений (гороха, фасоли, сои, клевера, люцерны, вики, белой акации, земляного ореха). Эти бактерии, способные усваивать азот воздуха и превращать его в аммиак, а затем в аминокислоты, поселяются в корнях растений. Присутствие бактерий вызывает разрастание тканей корня и образование утолщений. Утолщения на корнях называются клубеньками. Растения в симбиозе с азотфиксирующими бактериями могут произрастать на почвах, бедных азотом, и обогащать им почву. Вот почему бобовые - клевер, люцерну, вику - вводят в севообороты как предшественники для других культур.

Другая форма симбиотических взаимоотношений у растений сожительство гриба с корнями высших растений - микориза. На корнях березы, сосны, дуба, ели, а так же орхидейных, вересковых, брусничных и многих многолетних трав мицелий гриба образует толстый слой. Корневые волоски на корнях высших растений при этом не развиваются, а вода и минеральные соли поглощаются с помощью гриба. Мицелий гриба проникает даже внутрь корня, получая от растения-партнера углеводы и доставляя ему воду и минеральные соли. Деревья с микоризой растут гораздо лучше, чем без нее.

- **Мутуализм** - оба вида извлекают выгоду из совместного существования и не могут жить самостоятельно. Это наиболее сильная взаимосвязь между организмами.

Типичный симбиоз - отношения термитов и жгутиковых простейших, обитающих у них в кишечнике. Термиты питаются древесиной, однако у них нет ферментов, переваривающих целлюлозу. Жгутиконосцы вырабатывают такие ферменты и переводят клетчатку в сахара. Без простейших - симбионтов - термиты погибают от голода. Сами же жгутиковые, помимо благоприятного микроклимата в кишечнике термитов получают пищу и условия для размножения.

Антибиоз - отрицательные взаимоотношения могут принимать следующие формы:

- **Конкуренция** - это тип взаимодействий, который возникает, если у двух близких видов наблюдаются сходные потребности. Если такие виды обитают на одной территории, то каждый из них находится в невыгодном положении: уменьшаются возможности овладения пищевыми ресурсами, убежищами, местами для размножения и т.д. Формы конкурентного взаимодействия могут быть самыми разными - от прямой физической борьбы до мирного совместного существования. Тем не менее, если два вида с одинаковыми потребностями оказываются в одном сообществе, рано или поздно один конкурент вытеснит другого. Ч.Дарвин считал

конкуренцию одной из важнейших составных частей борьбы за существование, играющую большую роль в эволюции.

Как бы не были сходны потребности видов, все же они чем-то отличаются друг от друга, так же отличается и их устойчивость к факторам окружающей среды - температуре, влажности и т.д. С каждым поколением все больше пищевых ресурсов будет захватываться особями конкурентоспособного вида. Тогда как другой вид исчезает.

Часто конкуренты активно действуют друг на друга. В смешанных посадках деревьев быстрорастущие экземпляры будут затенять и угнетать медленнорастущие деревья. Растения и животные могут подавлять конкурентов и с помощью химических веществ. Грибы препятствуют росту бактерий путем выработки антибиотиков.

➤ **Паразитизм** - отношения, при которых представители одного вида используют представителей другого вида не только как место обитания, но и как источник питания.

Переход к паразитизму резко увеличивает возможность вида выжить в борьбе за существование. Организм - хозяин служит для паразита источником питания, очень часто - местом обитания, защитой от врагов. Тело хозяина создает для живущих в нем организмов благоприятный и относительно ровный микроклимат, не подверженный тем изменениям, которые происходят в природе. Паразитизм не всегда можно отличить от хищничества. Например, миноги, относящиеся к классу круглоротых (подтип Позвоночные), европейская речная минога и морская минога, нападают на треску, лососей, корюшку, осетров и других крупных рыб даже на китов. Присосавшись к жертве, минога питается соками ее тела в течение нескольких дней, даже недель. Выделения щечных желез миноги препятствуют свертыванию крови, разрушают эритроциты и вызывают распад тканей. Многие рыбы погибают от ран. При массовом размножении миноги наносят огромный ущерб ценным промысловым рыбам. При тесном контакте паразита с хозяином преимущество получают организмы, способные долгое время использовать хозяина, не приводя его к слишком быстрой гибели и обеспечивая себе долгое комфортное существование. Паразитизм становится постоянным. К числу постоянных паразитов относятся простейшие (малярийный плазмодий, дизентерийная амеба), плоские черви (сосальщики, цепни), круглые черви (аскарида, трихина, власоглав), членистоногие (чесоточный зудень, вши). Поскольку при постоянном паразитизме организм хозяина - единственное место обитания для паразита, с гибелью хозяина погибает и паразит. С течением времени отбор на сопротивляемость организма хозяина приводит к тому, что вред от присутствия паразита становится менее ощутимым. Например, в крови африканских антилоп часто обнаруживаются жгутиковые простейшие трипаносомы, переносчиком которых является африканская муха цеце. Антилопам трипаносомы ощутимого вреда не приносят. Но если простейшие попадают в кровь человека, развивается тяжелая болезнь (сонная болезнь), всегда приводящая к смертельному исходу. Таким образом, катастрофические последствия заражения паразитами наблюдаются в тех случаях, когда взаимоотношения паразит - хозяин не стабилизированы длительным естественным отбором. По этой причине гораздо больший вред

сельскохозяйственным растениям приносят завозные вредители, чем местные. Паразиты могут паразитировать не только в крови, но и на поверхности тела и в тканях. Например, личинки бычьего цепня с недостаточно проваренным или прожаренным мясом попадают в кишечник человека, где превращаются во взрослую форму длиной 9-10 метров. Цепень питается содержимым тонкого кишечника, всасывая его всей поверхностью тела и тем самым лишая хозяина части пищи.

Паразитические отношения часто встречаются и у растений. Особенно распространены паразитические бактерии и грибы. Они поселяются на вегетативных органах древесных и травянистых растениях, вызывая у них заболевания. Низшие грибы могут стать причиной корневой гнили многих растений. Этот гриб особенно сильно вредит всходам сахарной свеклы, пораженные ткани которой буреют и загнивают. Другие виды этого рода поражают сахарную свеклу на всех стадиях развития, вызывая омертвление тканей.

Один из самых процветающих паразитов высших растений - это гриб фитофтора. Некоторые виды этого рода поражают практически любые растения, они не являются специализированными к какой либо группе растений. Другие избирательно поселяются на кокосовых пальмах или на томатах, или на перцах. Особую известность приобрел вид фитофторы, поражающий картофель. В середине 19 века вызванная грибом картофельная гниль распространилась по всей Европе и послужила причиной массового голода. И сейчас, несмотря на обработку посевного материала ядохимикатами и селекцию устойчивых к фитофторе сортов, наблюдаются вспышки картофельной гнили.

Другие низшие грибы - мучнисторосяные, ржавичные и головневые также наносят большой ущерб зерновым и другим сельскохозяйственным культурам.

Есть паразиты и среди цветковых растений. Они особенно распространены в тропиках, но нередко встречаются и в умеренной зоне. У наружных паразитов большая часть тела находится вне хозяина, а в него проникают лишь органы питания - присоски. Один из наиболее распространенных паразитов - повилика, растущая на многих видах трав и кустарников. Повилика обвивается вокруг стеблей растения-хозяина, внедряясь в него присосками. Листья у повилики отсутствуют: она питается только за счет органических и минеральных веществ организма хозяина. На многих сельскохозяйственных растениях (подсолнечник, конопля, табак) паразитирует зараиха - бесхлорофильное растение с толстым мясистым стеблем и бесцветными листьями.

Образ жизни паразитов, вызывая глубокие изменения в строении и жизнедеятельности, служит причиной появления у них приспособлений к новым условиям существования. Личинки жуков Атемелис, паразитирующие в муравьином гнезде, поедая личинок своих хозяев, выделяют химическое вещество, привлекающее муравьев. Действие продукта настолько сильно, что личинки этих жуков даже переносятся муравьями в гнезда и выкармливаются как собственные личинки.

У многих паразитов развиваются органы прикрепления - присоски, крючки, коготки и т.п. У кровососущих животных увеличивается вместимость пищеварительной системы за счет появления слепых выростов кишечной трубки (пиявки, клещи). Многие паразиты утрачивают отдельные органы и целые их системы - органы зрения, передвижения, у них упрощается строение органов чувств. У ленточных червей, всасывающих в кишечнике хозяина питательные вещества всей поверхностью тела, отсутствует пищеварительная система. Растения - паразиты утрачивают корни, листья. Таким образом, по сравнению со свободноживущими видами, строение паразитов упрощается. Взамен утраченных органов, свойственных свободноживущим, сильно развивается половая система. Паразитические формы характеризуются очень высокой продуктивностью. Так, свиной цепень за сутки может выделять до 5 млн. яиц. В громадном количестве образуются семена растений - паразитов, к тому же обладающие долговечностью, сохраняющие всхожесть долгие годы. Все это увеличивает вероятность контакта с организмом-хозяином. У человека могут паразитировать около 500 видов и локализируются во всех органах.

➤ **Хищничество** - отношения, при которых представители одного вида ловят и поедают представителей другого вида.

Хищничество встречается во всех крупных группах эукариотических организмов. Уже у одноклеточных поедание особей одного вида другим - обычное явление. Медузы парализуют стрекательными клетками любые организмы, попадающие в сферу досягаемости их щупалец (у крупных медуз - до 20-30 метров в длину), и поедают их. Крупные лягушки нападают на птенцов и могут наносить серьезный ущерб разведению водоплавающей домашней птицы. Змеи охотятся на амфибий, птиц и мелких млекопитающих. Нередко объектами их охоты бывают не только взрослые особи, но и яйца птиц. Гнезда птиц, расположенные как на земле, так и на ветвях деревьев, буквально опустошаются змеями.

Частным случаем хищничества служит *каннибализм* - поедание особей своего вида, чаще всего молодежи. Каннибализм часто встречается у пауков (самки нередко поедают самцов), у рыб (поедание мальков). Самки некоторых млекопитающих также иногда съедают своих детенышей. Хищничество связано с овладением сопротивляющейся и убегающей добычей. При нападении на птиц сокола-сапсана большинство жертв погибает мгновенно от внезапного удара его когтей. Мыши и полевки так же не могут оказать сопротивления лисице или сове. Но иногда борьба хищника и жертвы превращается в ожесточенную схватку. Поэтому естественный отбор, действующий в популяции хищников, будет увеличивать эффективность поиска, ловли и поедания добычи. Этой цели служит ловчая паутина пауков, ядовитые зубы змей, точные нападающие движения стрекоз, змей, птиц и млекопитающих. Вырабатывается сложное поведение, например, согласованные действия стаи волков при охоте на оленей.

Жертвы в процессе отбора также совершенствуют средства защиты и избегания хищников. Сюда относятся покровительственная окраска, различные шипы и панцирь, приспособительное поведение. При нападении хищника на стаю рыб все особи бросаются врассыпную, что увеличивает их шансы уцелеть. Напротив, скворцы, заметив сапсана, сбиваются в плотную кучу. Хищник

избегает нападать на плотную стаю, так как рискует получить увечья. Крупные копытные при нападении на них волков становятся кругом. Для волков вероятность отбить и зарезать отдельную особь в результате такого поведения стада значительно уменьшается. Поэтому они предпочитают нападать на старых и ослабленных болезнями животных, особенно отбившихся от стада.

В эволюции связи хищник - жертва происходит постоянное совершенствование и хищников, и жертв.

Потребность в азоте у растений, произрастающих на бедных питательными веществами почвах, промываемых водой, привела к возникновению у них очень интересного явления - хищничества. Растения, относящиеся к семейству росянковых, обладают приспособлениями для ловли насекомых. У встречающейся в России росянки крупнолистной листья собраны в прикорневую розетку. Вся верхняя сторона каждого листа усажена железистыми волосками. В центре листа железистые волоски короткие, по краям длинные. Головку каждого волоска окружает прозрачная капелька густой липкой тягучей слизи. Мелкие мухи и муравьи садятся или вползают на лист и прилипают к нему. Насекомое бьется, пытаясь освободиться, но только больше прилипает к листу. Край листа медленно загибается и покрывает насекомое. Слизь, выделяемая волосками, содержит ферменты, поэтому добыча вскоре переваривается. В тропических лесах росянки гораздо крупнее по размерам (до 60-100 см. в высоту) и могут ловить не только насекомых, но даже мелких позвоночных.