

ПЛИЕВА А.М.

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ СВОЙСТВА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Предмет, задача и методы биологии

Биология (греч. *bio* — жизнь и *logos* — знание, учение, наука) - наука о живых организмах. Термин «биология» был предложен немецким ботаником Г.Р. Тревиранусом и французским естествоиспытателем Ж.-Б. Ламарком в 1802 году независимо друг от друга. Развитие биологии шло от описания особенностей внешних и макроскопических внутренних признаков к изучению особенностей тканевой организации, строения клеток и внутриклеточных структур.

Биология изучает закономерности исторического развития органического мира, основываясь на представлениях о единстве происхождения живых организмов из неживой материи в ходе эволюции. Изучает многообразие жизни на Земле, ее формы и проявления, механизмы саморегуляции в живых системах.

В связи с большим разнообразием живых организмов, биология в процессе развития разделилась на отдельные разделы и подразделы.

Современная биология представляет собой комплекс наук (биологические науки), значительно отличающихся одна от другой. При этом каждая имеет собственный предмет изучения, методы, цели и задачи. По предмету изучения выделяют: **вирусологию** — наука о вирусах, **микробиологию** - наука о микроорганизмах, **микологию** — наука о грибах, **ботанику** (фитология) — наука о растениях, **зоологию** — наука о животных, **антропологию** — наука о человеке, **цитологию** — наука о клетках, **гистологию** — наука о тканях, **анатомию** — наука о внутреннем строении. Главными ветвями этих наук являются **морфология**, изучающая структуру, **физиология**, изучающая функции организма (физиология обмена веществ, роста, развития, движения и др.). **Теория эволюции** — наука об историческом развитии живой природы, **палеонтология** — наука о развитии жизни в прошлые геологические времена. Как самостоятельная наука сформировалась **генетика**, изучающая закономерности наследственности и изменчивости живых организмов. Генетика служит основой **селекции**, задачей которой является улучшение существующих и создание новых сортов растений и пород животных.

В последние годы возросло значение пограничных дисциплин, связывающих биологию с другими науками – **биофизики** - наука о физических и физико-химических явлениях в живых организмах, **биохимии** - наука о химических веществах и процессах в живых организмах; **биотехнологии** — наука о совокупности промышленных методов, позволяющих использовать живые организмы и отдельные их части для производства ценных для человека продуктов (аминокислот, белков, витаминов, ферментов, антибиотиков, гормонов и др.) и т.д.. По изучаемому структурному уровню выделяют **молекулярную биологию, цитологию, гистологию, органологию.**

Один из разделов общей биологии – **экология** изучает природные комплексы (биогеоценозы), состоящие из популяций разных видов в их связи с факторами внешней среды.

Биология принадлежит к комплексу естественных наук, то есть наук о природе. Она тесно связана с фундаментальными науками (математикой, физикой,

химией), естественными (геологией, географией, почвоведением), общественными (психологией, социологией), прикладными (биотехнологией, растениеводством, охраной природы).

Биологические знания используются в пищевой промышленности, фармакологии, сельском хозяйстве. Биология является теоретической основой таких наук, как медицина, психология, социология.

Достижения биологии должны использоваться при решении глобальных проблем современности: взаимоотношения общества с окружающей средой, рационального природопользования и охраны природы, продовольственного обеспечения. Методы биологических исследований:

- метод наблюдения и описания (заключается в сборе и описании фактов);
- сравнительный метод (заключается в анализе сходства и различий изучаемых объектов);
- исторический метод (изучает ход развития исследуемого объекта);
- метод эксперимента (позволяет изучать явления природы в заданных условиях);
- метод моделирования (позволяет сложные природные явления описывать относительно простыми моделями).

Свойства живой материи

Отечественным ученым М.В. Волькенштейном предложено следующее определение: «Живые тела, существующие на Земле, представляют собой открытые, саморегулирующиеся и самовоспроизводящиеся системы, построенные из биополимеров — белков и нуклеиновых кислот».

Однако общепринятого определения понятия «жизнь» не существует, но можно выделить признаки (свойства) живой материи, отличающие ее от неживой.

1. Определенный химический состав. Живые организмы состоят из тех же химических элементов, что и объекты неживой природы, однако соотношение этих элементов различно. Основными элементами живых существ являются С, О, N и H.

2. Клеточное строение. Все живые организмы, кроме вирусов, имеют клеточное строение.

3. Обмен веществ и энергозависимость. Живые организмы являются открытыми системами, они зависят от поступления в них веществ и энергии из внешней среды.

4. Саморегуляция. Живые организмы обладают способностью поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность обменных процессов.

5. Раздражимость и психические функции. Живые организмы проявляют раздражимость, то есть способность отвечать на определенные внешние воздействия специфическими реакциями.

6. Наследственность. Живые организмы способны передавать признаки и свойства из поколения в поколение с помощью носителей информации — молекул ДНК и РНК.

7. Изменчивость. Живые организмы способны приобретать новые признаки и

свойства.

8. Самовоспроизведение (репродукция). Живые организмы способны размножаться — воспроизводить себе подобных.

9. Индивидуальное развитие. Онтогенез — развитие организма от момента зарождения до смерти. Развитие сопровождается ростом.

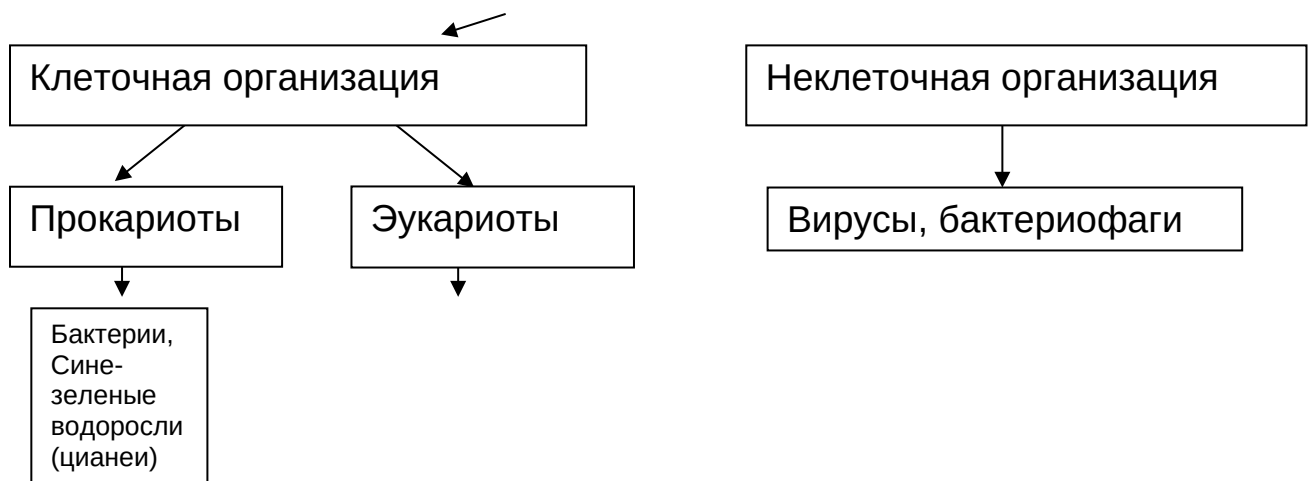
10. Эволюционное развитие. Филогенез — развитие жизни на Земле с момента ее возникновения до настоящего времени.

11. Ритмичность. Живые организмы проявляют ритмичность жизнедеятельности (суточную, сезонную и др.), что связано с особенностями среды обитания.

12. Целостность и дискретность. С одной стороны, вся живая материя целостна, определенным образом организована и подчиняется общим законам; с другой стороны, любая биологическая система состоит из обособленных, хотя и взаимосвязанных элементов.

13. Иерархичность. Начиная от биополимеров (нуклеиновых кислот, белков) до биосферы в целом все живое находится в определенной соподчиненности. Функционирование биологических систем в менее сложном уровне делает возможным существование более сложного уровня (см. следующий параграф).

Обобщив все вышесказанное мы можем сказать, что живое делится на организмы для которых характерна клеточная организация (прокариоты и эукариоты и неклеточная организация (вирусы, бактериофаги, прионы и др.)



Для этих организмов характерны в той или иной степени все перечисленные свойства живого.

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

Иерархичность организации живой материи позволяет условно подразделить ее на ряд уровней. Уровень организации живой материи — это функциональное место биологической структуры определенной степени сложности в общей иерархии живого. Выделяют следующие уровни:

1. Молекулярный (молекулярно-генетический). На этом уровне проявляются такие процессы жизнедеятельности, как обмен веществ и превращение энергии, передача наследственной информации.

2. Клеточный. Клетка является элементарной структурной и функциональной единицей живого.

3. Тканевой. Ткань — совокупность структурно сходных клеток, а также связанных с ними межклеточных веществ, объединенных выполнением определенных функций.

4. Органный. Орган — часть многоклеточного организма, выполняющая определенную функцию или функции,

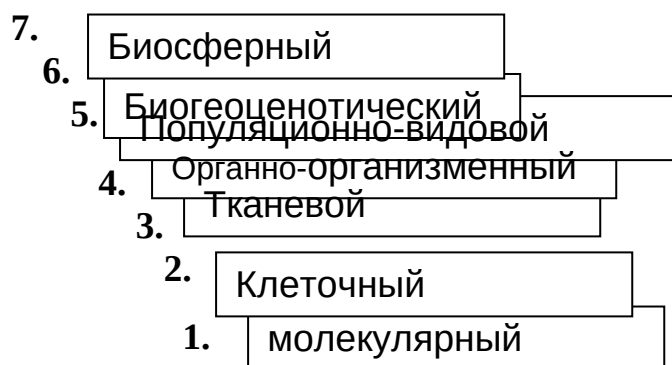
5. Организменный. Организм — реальный носитель жизни, характеризующийся всеми ее признаками. В настоящее время часто выделяют единый «онтогенетический» уровень, включающий клеточный, тканевой, органный и Организменный уровни организации,

6. Популяционно-видовой. Популяция — совокупность особей одного вида, образующих обособленную генетическую систему и населяющих пространство с относительно однородными условиями обитания. Вид — совокупность популяций, особи которых способны к скрещиванию с образованием плодovитого потомства и занимают определенную область географического пространства (ареал).

7. Биоценотический. Биоценоз — совокупность организмов разных видов различной сложности организации, обитающих на определенной территории. Если при этом учитываются и абиотические факторы среды обитания, то говорят о биогеоценозе.

8. биосферный. Биосфера — оболочка Земли, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов. Необходимо отметить, что биосферный уровень организации живой материи часто не выделяют, поскольку биосфера представляет собой биокосную систему, включающую не только живое вещество, но и неживое.

Уровни организации живого



Происхождение жизни

По вопросу происхождения жизни так же, как и по вопросу о сущности жизни среди ученых нет единого мнения. Существует несколько подходов к решению вопроса о происхождении жизни, которые тесно переплетаются между собой. Классифицировать их можно следующим образом.

1. По принципу, что идея, разум первичны, а материя вторична (идеалистические гипотезы) или материя первична, а идея, разум вторичны (материалистические гипотезы).

2. По принципу, что жизнь существовала всегда, и будет существовать вечно (гипотезы стационарного состояния) или жизнь возникает на определенном этапе развития мира.

3. По принципу — живое только от живого (гипотезы биогенеза) или возможно самозарождение живого из неживого (гипотезы абиогенеза).

4. По принципу возникли жизнь на Земле или была занесена из космоса (*гипотезы панспермии*).

Рассмотрим наиболее значимые из гипотез.

Креационизм. Жизнь была создана Творцом. Творец — это Бог, Идея, Высший разум или др.

Гипотеза стационарного состояния. Жизнь, как и сама Вселенная, существовала всегда и будет существовать вечно, ибо не имеющее начала не имеет и конца. Вместе с тем существование отдельных тел и образований (звезд, планет, организмов) ограничено во времени, они возникают, рождаются и погибают. В настоящее время эта гипотеза имеет в основном историческое значение, так как общепризнанной теорией образования Вселенной является «теория Большого взрыва», согласно которой Вселенная существует ограниченное время, она образовалась из одной точки около 15 млрд лет назад.

Гипотеза панспермии. Жизнь на Землю была занесена из космоса, и прижилась здесь, после того как на Земле сложились благоприятные для этого условия. Решение вопроса о том, как возникла жизнь в космосе, в силу объективных трудностей его решения, отодвигается на неопределенное время. Она могла быть создана Творцом, существовать всегда или возникнуть из неживой материи. В последнее время среди ученых появляется все больше сторонников этой гипотезы.

Гипотеза абиогенеза (самозарождения живого из неживого и последующей биохимической эволюции). Жизнь зародилась на Земле из неживой материи.

В 1924 г. А.И. Опарин высказал предположение, что живое возникло на Земле из неживой материи в результате химической эволюции — сложных химических преобразований молекул. Этому событию благоприятствовали сложившиеся в то время на Земле условия,

В 1953 г. С. Миллер в лабораторных условиях получил ряд органических веществ из неорганических соединений. Была доказана принципиальная возможность неорганического пути образования биогенных органических соединений (но не живых организмов).

А.И. Опарин полагал, что органические вещества могли создаваться в первичном океане из простых неорганических соединений. В результате накопления в океане органических веществ образовался так называемый

«первичный бульон». Затем, объединяясь, белки и другие органические молекулы образовали капли коацерватов, которые служили прообразом клеток. Капли коацерватов подвергались естественному отбору и эволюционировали. Первые организмы были гетеротрофными. По мере исчерпания запасов «первичного бульона» возникли автотрофы.

Следует отметить, что с точки зрения теории вероятности, вероятность синтеза сверхсложных биомолекул при условии случайных соединений их составных частей крайне низка.

В.И. Вернадский о происхождении и сущности жизни и биосферы. В.И. Вернадский изложил свои взгляды о происхождении жизни в следующих тезисах:

1. Начала жизни в том космосе, который мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого космоса. Жизнь вечна, поскольку вечен космос, и всегда передавалась путем биогенеза.

2. Жизнь, извечно присущая Вселенной, явилась новой на Земле, ее зародыши приносились извне постоянно, но укрепились на Земле лишь при благоприятных для этого возможностях.

3. Жизнь на Земле была всегда. Время существования планеты — это лишь время существования на ней жизни. Жизнь геологически (планетарно) вечна. Возраст планеты неопределим.

4. Жизнь никогда не была чем-то случайным, ютящимся в каких-то отдельных оазисах. Она была распространена всюду и всегда живое вещество существовало в образе биосферы,

5. Древнейшие формы жизни — дробянки — способны выполнять все функции в биосфере. Значит, возможна биосфера, состоящая из одних прокариот. Вероятно, что такова она и была в прошлом.

6. Живое вещество не могло произойти от косного. Между этими двумя состояниями материи нет никаких промежуточных ступеней. Напротив, в результате воздействия жизни происходила эволюция земной коры.

Таким образом, необходимо признать тот факт, что к настоящему времени ни одна из существующих гипотез о происхождении жизни прямыми доказательствами не располагает, и у современной науки нет однозначного ответа на этот вопрос.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Элементный состав

Химический состав живых организмов можно выразить в двух видах: атомный и молекулярный. Атомный (элементный) состав характеризует соотношение атомов элементов, входящих в живые организмы. Молекулярный (вещественный) состав отражает соотношение молекул веществ.

Молекулярный состав

По относительному содержанию элементы, входящие в состав живых организмов, принято делить на три группы:

1. Органогены — Н, О, С, N (в сумме около 98 %, их еще называют основные),

2. Макроэлементы - Ca, Cl, K, S, P, Mg, Na, Fe (в сумме около 2 %). Макроэлементы составляют основную массу процентного состава живых организмов.

3. Микроэлементы — Mn, Co, Zn, Si, B, I и др. Их суммарное содержание в клетке составляет порядка 0,1 %. Микроэлементы входят в состав гормонов, витаминов и ферментов. *Медь* входит в состав окислительных ферментов, необходимых для образования энергии в клетке в процессе энергетического обмена. *Кобальт* является компонентом витамина B12, участвующим в кроветворении. *Цинк* входит в состав инсулина – гормона, участвующего в углеводном обмене. *Йод* необходим для синтеза гормонов щитовидной железы (тироксина и трийодтиронина). *Фтор* является компонентом зубной эмали. *Магний* входит в состав хлорофилла – зеленого пигмента участвующего в фотосинтезе. *Марганец* необходим для синтеза белка.

4. Ультрамикроэлементы (10^{-4} - 10^{-6}) — Au, Hg, Se и др. Их содержание в клетке очень незначительно, а физиологическая роль для большинства из них не раскрыта. Из этой группы элементов наиболее изучена роль для *селена*. Доказано, что селен является антиоксидантом.

Химические элементы, которые входят в состав живых организмов и при этом выполняют биологические функции, называются биогенными. Даже те из них, которые содержатся в клетках в ничтожно малых количествах, ничем не могут быть заменены и совершенно необходимы для жизни.

Элемент	Символ	Значение для клетки и организма
Водород	H	Входит в состав воды и всех биологических соединений
Бор	B	Необходим некоторым растениям
Углерод	C	Входит в состав всех биологических синтезированных соединений
Азот	N	Структурный компонент белков и нуклеиновых кислот
Кислород	O	Входит в состав воды и всех биологических соединений
Фтор	F	Входит в состав эмали зубов
Натрий	Na	Главный внеклеточный положительный ион
Магний	Mg	Активирует работу многих ферментов; структурный компонент хлорофилла
Фосфор	P	Входит в состав костной ткани, нуклеиновых кислот
Сера	S	Входит в состав белков и многих других биологических веществ
Хлор	Cl	Преобладающий отрицательный ион в организме животных
Калий	K	Преобладающий положительный ион внутри клеток
Кальций	Ca	Основной компонент костей и зубов; активирует сокращение мышечных волокон и работу ряда ферментов
Железо	Fe	Входит в состав многих органических веществ, в том числе гемоглобина
Цинк	Zn	Обнаружен в некоторых ферментах и инсулине
Йод	I	Входит в состав гормона щитовидной железы

Молекулярный состав

Химические элементы входят в состав клеток в виде ионов и молекул неорганических и органических веществ. Важнейшие неорганические вещества в клетке — вода и минеральные соли, важнейшие органические вещества — углеводы, липиды, белки и нуклеиновые кислоты. Неорганические вещества

Вода — преобладающий компонент всех живых организмов. Она обладает уникальными свойствами благодаря особенностям строения: молекулы воды имеют форму диполя и между ними образуются водородные связи. Среднее содержание воды в клетках большинства живых организмов составляет около 70%. Вода в клетке присутствует в двух формах: свободной (95% всей воды клетки) и связанной (4-5% связаны с белками).

Функции воды:

1. Вода как растворитель. Многие химические реакции в клетке являются ионными, поэтому протекают только в водной среде. Вещества, растворяющиеся в воде, называются гидрофильными (спирты, сахара, альдегиды, аминокислоты), не растворяющиеся — гидрофобными (жирные кислоты, целлюлоза).

2. Вода как реагент. Вода участвует во многих химических реакциях: реакциях полимеризации, гидролиза, в процессе фотосинтеза.

3. Транспортная функция. Передвижение по организму вместе с водой растворенных в ней веществ к различным его частям и выведение ненужных продуктов из организма.

4. Вода как термостабилизатор и терморегулятор. Эта функция обусловлена такими свойствами воды, как высокая теплоемкость — смягчает влияние на организм значительных перепадов температуры в окружающей среде; высокая теплопроводность — позволяет организму поддерживать одинаковую температуру во всем его объеме; высокая теплота испарения — используется для охлаждения организма при потоотделении у млекопитающих и транспирации у растений.

5. Структурная функция. Цитоплазма клеток содержит от 60 до 95 % воды, и именно она придает клеткам их нормальную форму. У растений вода поддерживает тургор (упругость эндоплазматической мембраны), у некоторых животных служит гидростатическим скелетом (медузы).

Минеральные соли в водном растворе клетки диссоциируют на катионы и анионы. Наиболее важные катионы — K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ,

Na^+ , NH_4^+ , анионы — Cl^- , SO_4^{2-} , $H_2PO_4^-$, HPO_4^- , HCO_3^- , NO_3^- . Существенным является не только концентрация, но и соотношение отдельных ионов в клетке. Функции минеральных веществ:

1. Поддержание кислотно-щелочного равновесия. Наиболее важные буферные системы млекопитающих — фосфатная и бикарбонатная. Фосфатная буферная система (HPO_4^- , $H_2PO_4^-$) поддерживает рН внутриклеточной жидкости в пределах 6,9-7,4. Бикарбонатная система (HCO_3^- , H_2CO_3 .) сохраняет рН внеклеточной среды (плазмы крови) на уровне 7,4,

2. Участие в создании мембранных потенциалов клеток. Внутри клетки преобладают ионы K^+ и крупные органические ионы, а в околклеточных жидкостях больше ионов Na^+ и Cl^- . В результате образуется разность зарядов

(потенциалов) внешней и внутренней поверхностей мембраны клетки. Разность потенциалов делает возможным передачу возбуждения по нерву или мышце,

3. Активация ферментов. Ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} и др. являются активаторами и компонентами многих ферментов, гормонов и витаминов.

4. Создание осмотического давления в клетке. Более высокая концентрация ионов солей внутри клетки обеспечивает поступление в нее воды и создание тургорного давления,

5. Строительная (структурная). Соединения азота, фосфора, кальция и другие неорганические вещества служат источником строительного материала для синтеза органических молекул (аминокислот, белков, нуклеиновых кислот и др.) и входят в состав ряда опорных структур клетки и организма. Соли кальция и фосфора входят в состав костной ткани животных.

Органические вещества

Понятие о биополимерах. Полимер — многозвеньевая цепь, в которой звеном является какое-либо относительно простое вещество — мономер. Биологические полимеры — это полимеры, входящие в состав клеток живых организмов и продуктов их жизнедеятельности. Биополимерами являются белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды.

Углеводы — органические соединения, состоящие из одной или многих молекул простых сахаров. Содержание углеводов в животных клетках составляет 1-5%, а в некоторых клетках растений достигает 70%. Выделяют три группы углеводов: моносахариды (или простые сахара), олигосахариды (состоят из 2-10 молекул простых сахаров), полисахариды (состоят более чем из 10 молекул сахаров).

Моносахариды — это кетонные или альдегидные производные многоатомных спиртов. В зависимости от числа атомов углерода различают триозы, тетрозы, пентозы (рибоза, дезоксирибоза), гексозы (глюкоза, фруктоза) и гептозы. В зависимости от функциональной группы сахара разделяют на: альдозы, имеющие в составе альдегидную группу (глюкоза, рибоза, дезоксирибоза), и кетозы, имеющие в составе кетонную группу (фруктоза).

Олигосахариды в природе в большей степени представлены дисахаридами, состоящими из двух моносахаридов, связанных друг с другом с помощью гликозидной связи. Наиболее часто встречаются мальтоза, или солодовый сахар, состоящий из двух молекул глюкозы; лактоза, входящая в состав молока и состоящая из галактозы и глюкозы; сахароза, или свекловичный сахар, включающий глюкозу и фруктозу.

Полисахариды. В полисахаридах простые сахара (глюкоза, манноза, галактоза и др.) соединены между собой гликозидными связями. Если присутствуют только 1—4 гликозидные связи, то образуется линейный, неразветвленный полимер (целлюлоза), если присутствуют и 1-4, и 1-6 связи, полимер будет разветвленным (гликоген),

Целлюлоза — линейный полисахарид, состоящий из молекул β -глюкозы. Целлюлоза является главным компонентом клеточной стенки растений. Крахмал и гликоген разветвленные полимеры из остатков α -глюкозы, являются основными формами запасаания глюкозы у растений и животных соответственно. Хитин

образует у ракообразных и насекомых наружный скелет (панцирь), у грибов придает прочность клеточной стенке.

Функции углеводов:

1. Энергетическая. При окислении простых сахаров (в первую очередь глюкозы) организм получает основную часть необходимой ему энергии. При полном расщеплении 1 г глюкозы высвобождается 17,6 кДж энергии.

2. Запасающая. Крахмал и гликоген играют роль источника глюкозы, высвобождая ее по мере необходимости.

3. Строительная (структурная). Целлюлоза и хитин придают прочность клеточным стенкам растений и грибов соответственно. Рибоза и дезоксирибоза входят в состав нуклеиновых кислот.

4. Рецепторная. Функция узнавания клетками друг друга обеспечивается гликопротеинами, входящими в состав клеточных мембран. Утрата способности узнавать друг друга характерна для клеток злокачественных опухолей.

Липиды — жиры и жироподобные органические соединения, практически нерастворимые в воде. Их содержание в разных клетках сильно варьирует: от 2—3 до 50—90% в клетках семян растений и жировой ткани животных. В химическом отношении липиды, как правило, сложные эфиры жирных кислот и ряда спиртов. Они делятся на несколько классов: нейтральные жиры, Воска, фосфолипиды, стероиды и др.

Функции липидов:

1. Строительная (структурная). Фосфолипиды вместе с белками являются основой биологических мембран. Холестерин — важный компонент клеточных мембран у животных.

2. Гормональная (регуляторная). Многие гормоны по химической природе являются стероидами (тестостерон, прогестерон, кортизон),

3. Энергетическая. При окислении 1 г жирных кислот высвобождается 38 кДж энергии и синтезируется в два раза большее количество АТФ, чем при расщеплении такого же количества глюкозы.

4. Запасающая. В виде жиров хранится значительная часть энергетических запасов организма. Кроме того, жиры служат в качестве источника Воды (при сгорании 1 г жира образуется 1,1 г воды). Это особенно ценно для пустынных и арктических животных, испытывающих дефицит свободной воды.

5. Защитная. У млекопитающих подкожный жир выступает в качестве термоизолятора. Воск покрывают эпидермис растений, перья, шерсть, волосы животных, предохраняя от смачивания.

6. Участие в метаболизме. Витамин D играет ключевую роль в обмене кальция и фосфора.

Белки — это биологические гетерополимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

По химическому составу аминокислоты — это соединения, содержащие одну карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и одну аминную ($-\text{NH}_2$), связанные с одним атомом углерода, к которому присоединена боковая цепь — какой-нибудь радикал R (именно он придает аминокислоте ее неповторимые свойства).

В образовании белков участвуют только 20 аминокислот. Они называются

фундаментальными или основными: аланин, метионин, валин, пролин, лейцин, изолейцин, триптофан, фенилаланин, аспарагин, глутамин, серин, глицин, тирозин, треонин, цистеин, аргинин, гистидин, лизин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты. Некоторые из аминокислот не синтезируются в организмах животных и человека и должны поступать с растительной пищей (они называются незаменимыми).

Аминокислоты, соединяясь друг с другом ковалентными пептидными связями, образуют различной длины пептиды. Пептидной (амидной) называется ковалентная связь, образованная карбоксильной группой одной аминокислоты и аминной группой другой. Белки представляют собой высокомолекулярные полипептиды, в состав которых входят от ста до нескольких тысяч аминокислот.

Выделяют 4 уровня организации белков:

Первичная структура — последовательность аминокислот в полипептидной цепи. Она образуется за счет ковалентных пептидных связей между аминокислотными остатками. Первичная структура определяется последовательностью нуклеотидов в участке молекулы ДНК, кодирующем данный белок. Первичная структура любого белка уникальна и определяет его форму, свойства и функции.

вторичная структура образуется укладкой полипептидных цепей в α -спираль или β -структуру. Она поддерживается за счет водородных связей между атомами водорода групп NH— и атомами кислорода групп CO—, α -спираль формируется в результате скручивания полипептидной цепи в спираль с одинаковыми расстояниями между витками. Она характерна для глобулярных белков, имеющих сферическую форму глобулы, структура представляет собой продольную укладку трех полипептидных цепей. Она характерна для фибриллярных белков, имеющих вытянутую форму фибриллы. Третичную и четвертичную структуры имеют только глобулярные белки.

Третичная структура образуется при сворачивании спирали в клубок (глобулу, или домен). Домены — глобулоподобные образования с гидрофобной сердцевиной и гидрофильным наружным слоем. Третичная структура формируется за счет связей, образующихся между радикалами R аминокислот, за счет ионных, гидрофобных и дисперсионных взаимодействий, а также за счет образования дисульфидных (S—S) связей между радикалами цистеина.

Четвертичная структура характерна для сложных белков, состоящих из двух и более полипептидных цепей, не связанных ковалентными связями, а также для белков, содержащих небелковые компоненты (ионы металлов, коферменты). Четвертичная структура поддерживается такими же химическими связями, как и третичная.

Конфигурация белка зависит от последовательности аминокислот, но на нее могут влиять и конкретные условия, в которых находится белок.

Утрата белковой молекулой своей структурной организации называется денатурацией. Денатурация может быть обратимой и необратимой. При обратимой денатурации разрушается четвертичная, третичная и вторичная структуры, но благодаря сохранению первичной структуры при возвращении нормальных условий возможна ренатурация белка — восстановление нормальной (нативной) конформации,

По химическому составу различают простые и сложные белки. Простые белки состоят только из аминокислот (фибрилярные белки, иммуноглобулины). Сложные белки содержат белковую часть и небелковую — простатические группы. Различают липопротеины (содержат липиды), гликопротеины (углеводы), фосфопротеины (одну или несколько фосфатных групп), металлопротеины (различные металлы), нуклеопротеины (нуклеиновые кислоты). Простетические группы обычно играют важную роль при выполнении белком его биологической функции.

Функции белков:

1. Каталитическая (ферментативная). Все ферменты являются белками. Белки-ферменты катализируют протекание в организме химических реакций.

2. Строительная (структурная). Ее осуществляют фибриллярные белки кератины (ногти, волосы), коллаген (сухожилия), эластин (связки).

3. Транспортная. Ряд белков способен присоединять и переносить различные вещества (гемоглобин переносит кислород).

4. Гормональная (регуляторная). Многие гормоны являются веществами белковой природы (инсулин регулирует обмен глюкозы).

5. Защитная. Иммуноглобулины крови являются антителами; фибрин и тромбин участвуют в свертывании крови.

6. Сократительная (двигательная). Актин и миозин образуют микрофиламенты и осуществляют сокращение мышц, тубулин образует микротрубочки.

7. Рецепторная (сигнальная). Некоторые белки, встроенные в мембрану, «воспринимают информацию» из окружающей среды.

8. Энергетическая. При расщеплении 1 г белков высвобождается 17,6 кДж энергии.

Ферменты. Белки-ферменты катализируют протекание в организме химических реакций. Эти реакции в силу энергетических причин, сами по себе либо вообще не протекают в организме, либо протекают слишком медленно.

По своей биохимической природе все ферменты — высокомолекулярные белковые вещества, обычно четвертичной структуры. Все ферменты помимо белка содержат небелковые компоненты. Белковая часть называется апоферментом, а небелковая — кофактор (если это простое неорганическое вещество, например, Zn^{2+}) или кофермент (коэнзим) (если это органическое соединение).

В молекуле фермента имеется активный центр, состоящий из двух участков — сорбционного (отвечает за связывание фермента с молекулой субстрата) и каталитического (отвечает за протекание собственно катализа). В ходе реакции фермент связывает субстрат, последовательно изменяет его конфигурацию, образуя ряд промежуточных молекул, дающих в конечном итоге продукты реакции.

Отличие ферментов от катализаторов неорганической природы состоит в следующем:

1. Один фермент катализирует только один тип реакций.
2. Активность ферментов ограничена довольно узкими температурными рамками (обычно 35—45 °С).

3. Ферменты активны при определенных значениях рН (большинство в слабощелочной среде).

Нуклеиновые кислоты

Мононуклеотиды. Мононуклеотид состоит из одного пуринового (аденин — А, гуанин — Г) или пиримидинового (цитозин — Ц, тимин — Т, урацил — У) азотистого основания, сахара-пентозы (рибоза или дезоксирибоза) и 1-3 остатков фосфорной кислоты.

Полинуклеотиды. Существуют два типа нуклеиновых кислот: ДНК и РНК. Нуклеиновые кислоты — полимеры, мономерами которых служат нуклеотиды.

Нуклеотиды ДНК и РНК состоят из следующих компонентов:

1. Азотистое основание (в ДНК: аденин, гуанин, цитозин и тимин; в РНК: аденин, гуанин, цитозин и урацил).

2. Сахар-пентоза (в ДНК — дезоксирибоза, в РНК — рибоза).

3. Остаток фосфорной кислоты.

ДНК (дезоксирибонуклеиновые кислоты) — длинноцепочечный неразветвленный полимер, состоящий из четырех типов мономеров — нуклеотидов А, Т, Г и Ц — связанных друг с другом ковалентной связью через остатки фосфорной кислоты.

Молекула ДНК состоит из двух спирально закрученных цепей {двойная спираль}. При этом аденин образует 2 водородные связи с тимином, а гуанин — 3 связи с цитозином. Эти пары азотистых оснований называют комплементарными. В молекуле ДНК они всегда расположены напротив друг друга. Цепи в молекуле ДНК противоположно направлены. Пространственная структура молекулы ДНК была установлена в 1953 г, Д. Уотсоном и Ф. Криком.

Связываясь с белками молекула ДНК образует хромосому. Хромосома — комплекс одной молекулы ДНК с белками. Молекулы ДНК эукариотических организмов (грибов, растений и животных) линейны, незамкнуты, связаны с белками, образуя хромосомы. У прокариот (бактерий) ДНК замкнута в кольцо, не связана с белками, не образует линейную хромосому.

Функция ДНК: хранение, передача и воспроизведение в ряду поколений генетической информации. ДНК определяет, какие белки и в каких количествах необходимо синтезировать.

РНК (рибонуклеиновые кислоты) вместо дезоксирибозы содержат рибозу, а вместо тимина — урацил. РНК, как правило, имеют лишь одну цепь, более короткую, чем цепи ДНК. Двухцепочечные РНК встречаются у некоторых вирусов.

Виды РНК:

Информационная (матричная) РНК — иРНК (или мРНК). Имеет незамкнутую цепь. Служит в качестве матрицы для синтеза белков, перенося информацию об их структуре с молекулы ДНК к рибосомам в цитоплазме.

Транспортная РНК — тРНК. Доставляет аминокислоты к синтезируемой молекуле белка. Молекула тРНК состоит из 70-90 нуклеотидов и благодаря внутрицепочечным комплементарным взаимодействиям приобретает характерную вторичную структуру в виде «клеверного листа».

Рибосомная РНК — рРНК. В комплексе с рибосомными белками образует рибосомы — органеллы, на которых происходит синтез белка.

В клетке на долю мРНК приходится около 5%, тРНК — около 10%, и рРНК — около 85% всей клеточной РНК.

Функции РНК: участие в биосинтезе белков.

Самоудвоение ДНК. Молекулы ДНК обладают способностью, присущей ни одной другой молекуле — способностью к удвоению. Процесс удвоения молекул ДНК называется репликацией. В основе репликации лежит принцип комплементарности — образование водородных связей между нуклеотидами А и Т, Г и Ц.

Этот процесс осуществляют ферменты ДНК-полимеразы. Под их воздействием цепи молекулы ДНК разделяются на небольшом отрезке молекулы. На цепи материнской молекулы достраиваются дочерние цепи. Затем расплетается новый отрезок и цикл репликации повторяется.

В результате образуются дочерние молекулы ДНК, ничем не отличающиеся друг от друга и от материнской молекулы. В процессе деления клетки дочерние молекулы ДНК распределяются между образующимися клетками. Так осуществляется передача информации из поколения в поколение.

Строение клетки

Основные положения клеточной теории

1. Клетка является структурной единицей всего живого. Все живые организмы состоят из клеток (исключение составляют вирусы).
2. Клетка является **функциональной единицей** всего живого. Клетка проявляет весь комплекс жизненных функций.
3. Клетка является **единицей развития** всего живого. Новые клетки образуются только в результате деления исходной (материнской) клетки.
4. Клетка является генетической единицей всего живого. В хромосомах клетки содержится информация о развитии всего организма.
5. Клетки всех организмов сходны по химическому составу, строению и функциям.

Типы клеточной организации

Среди живых организмов только вирусы не имеют клеточного строения. Все остальные организмы представлены клеточными формами жизни. Различают два типа клеточной организации: прокариотический и эукариотический. К прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые, к эукариотам — растения, грибы и животные.

Прокариотические клетки устроены сравнительно просто. Они не имеют ядра, область расположения ДНК в цитоплазме называется нуклеоид, единственная молекула ДНК кольцевая и не связана с белками, клетки меньше эукариотических, в состав клеточной стенки входит гликопептид — муреин, мембранные органеллы отсутствуют, их функции выполняют впячивания плазматической мембраны, рибосомы мелкие, микротрубочки отсутствуют, поэтому цитоплазма неподвижна, а реснички и жгутики имеют особую структуру.

Эукариотические клетки имеют ядро, в котором находятся хромосомы — линейные молекулы ДНК, связанные с белками, в цитоплазме расположены различные мембранные органеллы.

Растительные клетки отличаются наличием толстой целлюлозной клеточной стенки, пластид, крупной центральной вакуоли, смещающей ядро к периферии. Клеточный центр высших растений не содержит центриоли. Запасным углеводом является крахмал.

Клетки грибов имеют клеточную оболочку, содержащую хитин, в цитоплазме имеется центральная вакуоль, отсутствуют пластиды. Только у некоторых грибов в клеточном центре встречается центриоль. Главным резервным углеводом является гликоген.

Животные клетки имеют, как правило, тонкую клеточную стенку, не содержат пластид и центральной вакуоли, для клеточного центра характерна центриоль. Запасным углеводом является гликоген.

Строение эукариотической клетки

Все клетки состоят из трех основных частей:

- 1. Клеточная оболочка** ограничивает клетку от окружающей среды.
- 2. Цитоплазма** составляет внутреннее содержимое клетки.
- 3. Ядро** (у прокариот — нуклеоид). Содержит генетический материал клетки.

Клеточная оболочка

Строение клеточной оболочки. Основу клеточной оболочки составляет **плазматическая мембрана** — биологическая мембрана, ограничивающая внутреннее содержимое клетки от внешней среды.

Все биологические мембраны представляют собой двойной слой липидов, гидрофобные концы которых обращены внутрь, а гидрофильные головки — наружу. В него на различную глубину погружены белки, некоторые из которых пронизывают мембрану насквозь. Белки способны перемещаться в плоскости мембраны. Мембранные белки выполняют различные функции: транспорт различных молекул; получение и преобразование сигналов из окружающей среды; поддержание структуры мембран. Наиболее важное свойство мембран — **избирательная проницаемость**.

Плазматические мембраны животных клеток имеют снаружи слой гликокаликса, состоящий из гликопротеинов и гликолипидов, и выполняющий сигнальную и рецепторную функции. Он играет важную роль в объединении клеток в ткани. Плазматические мембраны растительных клеток покрыты **клеточной стенкой** из целлюлозы. Поры в стенке позволяют пропускать воду и небольшие молекулы, а жесткость обеспечивает клетке механическую опору и защиту.

Функции клеточной оболочки. Клеточная оболочка выполняет следующие функции: определяет и поддерживает форму клетки; защищает клетку от механических воздействий и проникновения повреждающих биологических агентов; ограничивает внутреннее содержимое клетки; регулирует обмен веществ между клеткой и окружающей средой, обеспечивая постоянство внутриклеточного состава; осуществляет узнавание многих молекулярных сигналов (например, гормонов); участвует в формировании межклеточных контактов и различного рода специфических выпячиваний цитоплазмы (микроворсинок, ресничек, жгутиков).

Механизмы проникновения веществ в клетку. Между клеткой и окружающей средой постоянно происходит обмен веществом. Ионы и небольшие молекулы транспортируются через мембрану путем пассивного или активного транспорта, макромолекулы и крупные частицы — путем эндо- и экзоцитоза.

Пассивный транспорт — перемещение вещества по градиенту концентрации, осуществляется без затрат энергии, путем простой диффузии, осмоса или облегченной диффузии с помощью белков-переносчиков. **Активный транспорт** — перенос вещества белками-переносчиками против градиента концентрации, связан с затратами энергии.

Эндоцитоз — поглощение веществ путем окружения их выростами плазматической мембраны с образованием окруженных мембраной пузырьков. **Экзоцитоз** — выделение веществ из клетки путем окружения их выростами плазматической мембраны с образованием окруженных мембраной пузырьков. Поглощение и выделение твердых и крупных частиц получило соответственно названия **фагоцитоз** и обратный фагоцитоз, жидких или растворенных частичек — **пиноцитоз** и **обратный пиноцитоз**.

Цитоплазма

Цитоплазма представляет собой внутреннее содержимое клетки и состоит из основного вещества (гиалоплазмы) и находящихся в нем разнообразных внутриклеточных структур (включений и органоидов).

Гиалоплазма (матрикс) — это водный раствор неорганических и органических веществ, способный изменять свою вязкость и находящийся в постоянном движении.

Цитоплазматические структуры клетки представлены включениями и органоидами. Включения — непостоянные структуры цитоплазмы в виде гранул (крахмал, гликоген, белки) и капель (жиры). Органоиды — постоянные и обязательные компоненты большинства клеток, имеющие специфическую структуру и выполняющие жизненно важные функции.

Одномембранные органоиды клетки: эндоплазматический ретикулум, пластинчатый комплекс Гольджи, лизосомы.

Эндоплазматический ретикулум (сеть) — система соединенных между собой полостей, трубочек и каналов, отграниченных от цитоплазмы одним слоем мембраны и разделяющих цитоплазму клеток на изолированные пространства. Это необходимо, чтобы отделить множество параллельно идущих реакций. Выделяют шероховатый эндоплазматический ретикулум (на его поверхности расположены рибосомы, на которых синтезируется белок) и гладкий эндоплазматический ретикулум {на его поверхности осуществляется синтез липидов и углеводов).

Аппарат Гольджи (пластинчатый комплекс) представляет собой стопку из 5—20 уплотненных дисковидных мембранных полостей и отшнуровывающихся от них микропузырьков. Его функция — трансформация, накопление, транспорт поступающих в него веществ к различным внутриклеточным структурам или за пределы клетки. Мембраны аппарата Гольджи способны образовывать лизосомы.

Лизосомы — мембранные пузырьки, содержащие литические ферменты. В лизосомах перевариваются как поступающие в клетку путем эндоцитоза

продукты, так и составные части клеток или клетки целиком (автолиз). Различают первичные и вторичные лизосомы. Первичные лизосомы — это отшнуровывающиеся от полостей аппарата Гольджи микропузырьки, окруженные одиночной мембраной и содержащие набор ферментов. После слияния первичных лизосом с субстратом, подлежащим расщеплению, образуются вторичные лизосомы (например, пищеварительные вакуоли простейших).

Вакуоли — наполненные жидкостью мембранные мешки. Мембрана называется *тонопластом*, а содержимое — *клеточным соком*. В клеточном соке могут находиться запасные питательные вещества, растворы пигментов, отходы жизнедеятельности, гидролитические ферменты. Вакуоли участвуют в регуляции водносолевого обмена, создании тургорного давления, накоплении запасных веществ и выведении из обмена токсичных соединений.

Эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, лизосомы и вакуоли являются одномембранными структурами и образуют **единую мембранную систему клетки**.

Двумембранные органоиды клетки; митохондрии и пластиды.

В клетках эукариот имеются также органеллы, изолированные от цитоплазмы двумя мембранами. Это митохондрии и пластиды. Они имеют собственную кольцевую молекулу ДНК, рибосомы мелкого размера и способны делиться. Это послужило основой появления *симбиотической теории возникновения эукариот*. Согласно этой теории в прошлом митохондрии и пластиды являлись самостоятельными прокариотами, перешедшими позднее к эндосимбиозу с другими клеточными организмами.

Митохондрии — органоиды палочковидной, овальной или округлой формы. Содержимое митохондрий (матрике) ограничено от цитоплазмы двумя мембранами; наружной гладкой и внутренней, образующей складки (кристы). В митохондриях образуются молекулы АТФ.

Пластиды — органеллы, окруженные оболочкой, состоящей из двух мембран, с гомогенным веществом внутри (стремой). Пластиды характерны только для клеток фотосинтезирующих эукариотических организмов. В зависимости от окраски различают хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты — зеленые пластиды, в которых протекает процесс фотосинтеза. Наружная мембрана гладкая. Внутренняя — формирует систему плоских пузырьков (тилакоидов), которые собраны в стопки (граны). В мембранах тилакоидов содержатся зеленые пигменты хлорофиллы, а также каротиноиды. **Хромопласты** — пластиды, содержащие пигменты каротиноиды, придающие им красную, желтую и оранжевую окраску. Они придают яркую окраску цветам и плодам.

Лейкопласты — непигментированные, бесцветные пластиды. Содержатся в клетках подземных или неокрашенных частей растений {корней, корневищ, клубней). Способны накапливать запасные питательные вещества, в первую очередь крахмал, липиды и белки. Лейкопласты могут превращаться в хлоропласты (например при цветении клубней картофеля), а хлоропласты — в хромопласты (например при созревании плодов).

Органоиды, не имеющие мембранного строения: рибосомы,

микрофиламенты, микротрубочки, клеточный центр.

Рибосомы — мелкие органеллы, глобулярной формы, состоящие из белков и рРНК. Рибосомы представлены двумя субъединицами: большой и малой. Они могут либо свободно находиться в цитоплазме, либо прикрепляться к эндоплазматическому ретикулуму. На рибосомах происходит синтез белка.

Микротрубочки и микрофиламенты — нитевидные структуры, состоящие из сократительных белков и обуславливающие двигательные функции клетки. Микротрубочки имеют вид длинных полых цилиндров, стенки которых состоят из белков — тубулинов. Микрофиламенты еще более тонкие, длинные, нитевидные структуры, состоящие из актина и миозина. Микротрубочки и микрофиламенты пронизывают всю цитоплазму клетки, формируя ее цитоскелет, обуславливают циклоз (ток цитоплазмы), внутриклеточные перемещения органелл, образуют веретено деления и т.д. Определенным образом организованные микротрубочки, формируют центриоли клеточного центра, базальные тельца, реснички, жгутики.

Клеточный центр (центросома) обычно находится вблизи ядра, состоит из двух центриолей, располагающихся перпендикулярно другу другу. Каждая центриоль имеет вид полого цилиндра, стенка которого образована 9 триплетами микротрубочек. Центриоли играют важную роль в делении клетки, образуя веретено деления.

Жгутики и реснички — это органоиды движения, представляющие собой своеобразные выросты цитоплазмы клетки. Остов жгутика или реснички имеет вид цилиндра, по периметру которого располагаются 9 парных микротрубочек, а в центре — 2 одиночные.

Ядро

Большинство клеток имеют одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (у ряда простейших, в скелетных мышцах позвоночных). Некоторые высокоспециализированные клетки утрачивают ядра {эритроциты млекопитающих и клетки ситовидных трубок у покрытосеменных растений}.

Ядро, как правило, имеет шаровидную или овальную форму. В состав ядра входят ядерная оболочка и кариоплазма, содержащая хроматин (хромосомы) и ядрышки.

Ядерная оболочка образована двумя мембранами (наружной и внутренней). Отверстия в ядерной оболочке называются ядерными порами. Через них осуществляется обмен веществом между ядром и цитоплазмой.

Кариоплазма — внутреннее содержимое ядра.

Хроматин — неспирализованная молекула ДНК, связанная с белками. В таком виде ДНК присутствует в неделящихся клетках. При этом возможно удвоение ДНК (репликация) и реализация заключенной в ДНК информации. **Хромосома** — спирализованная молекула ДНК, связанная с белками. ДНК спирализуется перед делением клетки для более точного распределения генетического материала при делении. На стадии метафазы каждая хромосома состоит из двух **хроматид**, являющихся результатом удвоения ДНК. Хроматиды соединяются между собой в области первичной перетяжки, или центромеры. Центромера делит хромосому на два плеча. Некоторые хромосомы имеют вторичные перетяжки.

Ядрышко — сферическая структура, функция которой — синтез рРНК.

Функции ядра:

1. Хранение генетической информации и передача ее дочерним клеткам в процессе деления.
2. Контроль жизнедеятельности клетки.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ

Типы питания живых организмов

Все живые организмы, обитающие на Земле, представляют собой открытые системы, зависящие от поступления вещества и энергии извне. Процесс потребления вещества и энергии называется питанием. Химические вещества необходимы для построения тела, энергия — для осуществления процессов жизнедеятельности.

По типу питания живые организмы делятся на автотрофов и гетеротрофов.

Автотрофы — организмы, использующие в качестве источника углерода углекислый газ (растения и некоторые бактерии). Иначе говоря, это организмы, способные создавать органические вещества из неорганических — углекислого газа, воды, минеральных солей.

В зависимости от источника энергии автотрофы делятся на фототрофов и хемотрофов.

Фототрофы — организмы, использующие для биосинтеза световую энергию (растения, цианобактерии).

Хемотрофы — организмы, использующие для биосинтеза энергию химических реакций окисления неорганических соединений (хемотрофные бактерии: водородные, нитрифицирующие, железобактерии, серобактерии и др.).

Гетеротрофы — организмы, использующие в качестве источника углерода органические соединения (животные, грибы и большинство бактерий).

По способу получения пищи гетеротрофы делятся на фаготрофов (голозоев) и осмотрофов. **Фаготрофы (голозои)** заглатывают твердые куски пищи (животные), **осмотрофы** поглощают органические вещества из растворов непосредственно через клеточные стенки (грибы, большинство бактерий).

По состоянию источника пищи гетеротрофы делятся на биотрофов и сапротрофов. **Биотрофы** питаются живыми организмами. К ним относятся зоофаги (питаются животными) и фитофаги (питаются растениями), в том числе паразиты. **Сапротрофы** используют в качестве пищи органические вещества мертвых тел или выделения (экскременты) животных. К ним принадлежат сапротрофные бактерии, сапротрофные грибы, сапротрофные растения (сапрофиты), сапротрофные животные (сапрофаги). Среди них встречаются детритофаги (питаются детритом), некрофаги (питаются трупами животных), копрофаги (питаются экскрементами) и др.

Миксотрофы — организмы, которые могут, как синтезировать органические вещества из неорганических, так и питаться готовыми органическими соединениями (насекомоядные растения, представители отдела эвгленовых водорослей и др.).

В таблице 1 представлен тип питания крупных систематических групп живых организмов.

Таблица 1

Надцарства	Царства	Подцарства	Автотрофы	Гетеротрофы
------------	---------	------------	-----------	-------------

			фототрофы	хемотрофы	биотрофы	сапротрофы
Прокариоты	Дробянки	Бактерии	+	+	+	+
		Археобактерии	+	+	+	+
		Цианобактерии	+	+	-	-
Эукариоты	Растения	Багрянки	+	-	-	-
		Настоящие водоросли	+	-	-	-
	Грибы	Низшие	-	-	редко	+
		Высшие	-	-	редко	+
	Животные	Простейшие	-	-	+	Очень редко
		Многоклеточные	-	-	+	+

Понятие о метаболизме

Метаболизм — совокупность всех химических реакций, протекающих в живом организме. Значение метаболизма состоит в создании необходимых организму веществ и обеспечении его энергией. Выделяют две составные части метаболизма — катаболизм и анаболизм.

Катаболизм (или энергетический обмен, или диссимиляция) — совокупность химических реакций, приводящих к образованию простых веществ из более сложных (гидролиз полимеров до мономеров и расщепление последних до низкомолекулярных соединений углекислого газа, воды, аммиака и др. веществ). Катаболические реакции идут обычно с высвобождением энергии.

Анаболизм (или пластический обмен, или ассимиляция) — понятие, противоположное катаболизму — совокупность химических реакций синтеза сложных веществ из более простых (образование углеводов из углекислого газа и воды в процессе фотосинтеза, реакции матричного синтеза). Для протекания анаболических реакций требуются затраты энергии.

Процессы пластического и энергетического обмена неразрывно связаны между собой. Все синтетические (анаболические) процессы нуждаются в энергии, поставляемой в ходе реакций диссимиляции. Сами же реакции расщепления (катаболизма) протекают лишь при участии ферментов, синтезируемых в процессе ассимиляции.

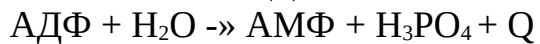
АТФ и ее роль в метаболизме

Энергия, высвобождающаяся при распаде органических веществ, не сразу используется клеткой, а запасается в форме высокоэнергетических соединений, как правило, в форме аденозинтрифосфата (АТФ).

АТФ (аденозинтрифосфорная кислота) — мононуклеотид, состоящий из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты, соединяющихся между собой макроэргическими связями.



В этих связях запасена энергия, которая высвобождается при их разрыве:



$\text{АМФ} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{аденин} + \text{рибоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Q}_3$, где АТФ — аденозинтрифосфорная кислота; АДФ — аденозиндифосфорная кислота; АМФ — аденозинмонофосфорная кислота; $Q_1 = Q_2 = 30,6$ кДж; $Q_3 = 13,8$ кДж.

Запас АТФ в клетке ограничен и пополняется благодаря процессу фосфорилирования. Фосфорилирование — присоединения ос-: татка фосфорной кислоты к АДФ ($\text{АДФ} + \text{Ф} \rightarrow \text{АТФ}$). Энергия, накоп-1 ленная в молекулах АТФ, используется организмом в анаболических; реакциях (реакциях биосинтеза). Молекула АТФ является универсальным хранителем и переносчиком энергии для всех живых существ.

Энергетический обмен

Энергию, необходимую для жизнедеятельности, большинство организмов получают в результате процессов окисления органических: веществ, то есть в результате катаболических реакций. Важнейшим: соединением, выступающим в роли топлива, является глюкоза.

По отношению к свободному кислороду организмы делятся на три группы.

Аэробы (облигатные аэробы) — организмы, способные жить только в кислородной среде (животные, растения, некоторые бактерии и грибы).

Анаэробы (облигатные анаэробы) — организмы, неспособные жить в кислородной- среде (некоторые бактерии),

Факультативные формы (факультативные анаэробы) — организмы, способные жить как в присутствии кислорода, так и без него (некоторые бактерии и грибы).

У облигатных аэробов и факультативных анаэробов в присутствии кислорода катаболизм протекает в три этапа: подготовительный, бескислородный и кислородный. В результате органические вещества распадаются до неорганических соединений. У облигатных анаэробов и факультативных анаэробов при недостатке кислорода катаболизм протекает в два первых этапа: подготовительный и бескислородный. В результате образуются промежуточные органические соединения еще богатые энергией.

Этапы катаболизма:

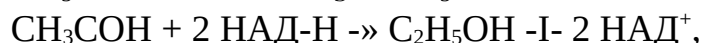
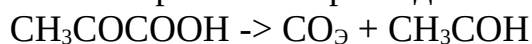
1. Первый этап — подготовительный — заключается в ферментативном расщеплении сложных органических соединений на более простые. Белки расщепляются до аминокислот, жиры до глицерина и жирных кислот, полисахариды до моносахаридов, нуклеиновые кислоты до нуклеотидов. У многоклеточных организмов это происходит в желудочно-кишечном тракте, у одноклеточных — в лизосомах под действием гидролитических ферментов. Высвобождающаяся при этом энергия рассеивается в виде теплоты. Образовавшиеся органические соединения либо подвергаются дальнейшему окислению, либо используются клеткой для синтеза собственных органических соединений.

2. Второй этап — неполное окисление (бескислородный) — заключается в дальнейшем расщеплении органических веществ, осуществляется в цитоплазме клетки без участия кислорода.

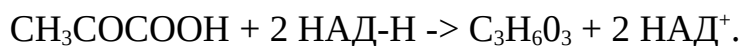
Бескислородное, неполное окисление глюкозы называется гликолизом. В результате гликолиза одной молекулы глюкозы образуется по две молекулы пировиноградной кислоты (ПВК, пируват) CH_3COCOON , АТФ и воды, а также атомы водорода, которые связываются молекулой-переносчиком НАД^+ и запасаются в виде НАД-Н.

Суммарная формула гликолиза имеет следующий вид: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2 \text{H}_3\text{PO}_4 + 2 \text{АДФ} + 2 \text{НАД}^+ \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{АТФ} + 2 \text{НАД-Н}$.

При отсутствии в среде кислорода продукты гликолиза (ПВК и НАД-Н) перерабатываются либо в этиловый спирт — спиртовое брожение (в клетках дрожжей и растений при недостатке кислорода)



либо в молочную кислоту — молочнокислое брожение (в клетках животных при недостатке кислорода)



При наличии в среде кислорода продукты гликолиза претерпевают дальнейшее расщепление до конечных продуктов,

3. Третий этап — полное окисление (дыхание) — заключается в окислении ПВК до углекислого газа и воды, осуществляется в митохондриях, при обязательном участии кислорода.

Он состоит из трех стадий:

- А) образование ацетилкоэнзима А;
- Б) окисление ацетилкоэнзима А в цикле Кребса;
- В) окислительное фосфорилирование в электронотранспортной цепи.

А. На первой стадии ПВК переносится из цитоплазмы в митохондрии, где взаимодействует с ферментами матрикса и образует: 1) диоксид углерода, который выводится из клетки; 2) атомы водорода, которые молекулами-переносчиками доставляются к внутренней мембране митохондрии; 3) ацетилкофермент А (ацетил-КоА).

Б. На второй стадии происходит окисление ацетилкоэнзима А в цикле Кребса. Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот, цикл лимонной кислоты) — это цепь последовательных реакций, в ходе которых из одной молекулы ацетил-КоА образуются: 1) две молекулы диоксид углерода, 2) молекула АТФ и 3) четыре пары атомов водорода, передаваемые на молекулы-переносчики — НАД и ФАД.

Таким образом, в результате гликолиза и цикла Кребса молекула глюкозы расщепляется до CO_2 , а высвободившаяся при этом энергия расходуется на синтез 4 АТФ и накапливается в 10 НАД-Н и 4 ФАД-Н₂,

В. На третьей стадии атомы водорода с НАД-Н и ФАД-Н₂ окисляются молекулярным кислородом O_2 с образованием воды. Один НАД-Н способен образовывать 3 АТФ, а один ФАД-Н, — 2 АТФ. Таким образом, выделяющаяся при этом энергия запасается в виде, еще 34 АТФ. Образование АТФ в митохондриях при участии кислорода называется окислительное фосфорилирование,

Таким образом, суммарное уравнение расщепления глюкозы в процессе клеточного дыхания имеет следующий вид:

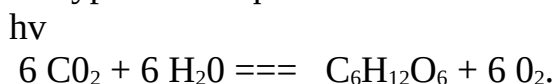


Таким образом, в ходе гликолиза образуются 2 молекулы АТФ, в ходе клеточного дыхания — еще 36 АТФ, в целом при полном окислении глюкозы — 38 АТФ.

Пластический обмен

Фотосинтез

Фотосинтез — синтез органических соединений из неорганических за счет энергии света. Суммарное уравнение фотосинтеза:



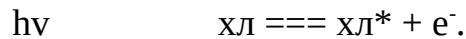
фотосинтез протекает при участии фотосинтезирующих пигментов,

обладающих уникальным свойством преобразования энергии солнечного света в энергию химической связи в виде АТФ. Наиболее важным является пигмент хлорофилл.

Процесс фотосинтеза состоит из двух фаз: световой и темновой.

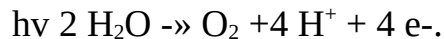
1. Световая фаза фотосинтеза протекает только на свету в мембране тилакоидов граны. К ней относятся: поглощение хлорофиллом квантов света, фотолиз воды и образование молекулы АТФ.

Под действием кванта света ($h\nu$) хлорофилл теряет электроны, переходя в возбужденное состояние:



Эти электроны передаются переносчиками на наружную, то есть обращенную к матриксу поверхность мембраны тилакоидов, где накапливаются.

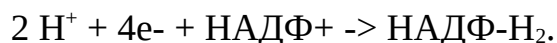
Одновременно внутри тилакоидов происходит фотолиз воды, то есть ее разложение под действием света



Образующиеся электроны передаются переносчиками к молекулам хлорофилла и восстанавливают их. Молекулы хлорофилла возвращаются в стабильное состояние.

Протоны водорода, образовавшиеся при фотолизе воды, накапливаются внутри тилакоида, создавая H^+ -резервуар. В результате внутренняя поверхность мембраны тилакоида заряжается положительно (за счет H^+), а наружная — отрицательно (за счет e^-). По мере накопления по обе стороны мембраны противоположно заряженных частиц нарастает разность потенциалов. При достижении критической величины разности потенциалов сила электрического поля начинает проталкивать протоны через канал АТФ-синтетазы. Выделяющаяся при этом энергия используется для фосфорилирования молекул АДФ. Образование АТФ в процессе фотосинтеза под действием энергии света называется **фотофосфорилированием**.

Ионы водорода, оказавшись на наружной поверхности мембраны тилакоида, встречаются там с электронами и образуют атомарный водород, который связывается с молекулой-переносчиком водорода НАДФ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат):



Таким образом, во время световой фазы фотосинтеза происходят три процесса: образование кислорода вследствие разложения воды, синтез АТФ и образование атомов водорода в форме НАДФ-H₂. Кислород диффундирует в атмосферу, а АТФ и НАДФ-H₂ участвуют в процессах темновой фазы.

2. Темновая фаза фотосинтеза протекает в матриксе хлоропласта как на свету, так и в темноте и представляет собой ряд последовательных преобразований CO_2 , поступающего из воздуха, в цикле Кальвина. Осуществляются реакции темновой фазы за счет энергии АТФ. В цикле Кальвина CO_2 связывается с водородом из НАДФ-H₂ с образованием глюкозы.

В процессе фотосинтеза кроме моносахаридов (глюкоза и др.) синтезируются мономеры других органических соединений — аминокислоты, глицерин и жирные кислоты.

Хемосинтез

Хемосинтез (хемоавтотрофия) — процесс синтеза органических соединений из неорганических (CO_2 и др.) за счет химической энергии окисления неорганических веществ (серы, сероводорода, железа, аммиака, нитрита и др.).

К хемосинтезу способны только хемосинтезирующие бактерии: нитрифицирующие, водородные, железобактерии, серобактерии и др. Они окисляют соединения азота, железа, серы и других элементов. Все хемосинтетики являются облигатными аэробами, так как используют кислород воздуха.

Высвобождающаяся в ходе реакций окисления энергия запасается бактериями в виде молекул АТФ и используется для синтеза органических соединений, который протекает сходно с реакциями темновой фазы фотосинтеза.

Биосинтез белка

Генетическая информация практически у всех организмов хранится в виде определенной последовательности нуклеотидов ДНК (или РНК у РНК-содержащих вирусов). Прокариоты и многие вирусы содержат генетическую информацию в виде одной молекулы ДНК. Все ее участки кодируют макромолекулы. В эукариотических клетках генетический материал распределен в нескольких молекулах ДНК, организованных в хромосомы.

Ген — участок молекулы ДНК (реже РНК), кодирующий синтез одной макромолекулы: мРНК (полипептида), рРНК или тРНК. Участок хромосомы, где расположен ген называется локус. Совокупность генов клеточного ядра представляет собой генотип, совокупность генов гаплоидного набора хромосом — геном, совокупность генов внеядерных ДНК (митохондрий, пластид, цитоплазмы) — плазмон.

Реализация информации, записанной в генах, через синтез белков называется экспрессией (проявлением) генов. Генетическая информация хранится в виде определенной последовательности нуклеотидов ДНК, а реализуется в виде последовательности аминокислот в белке. Посредниками, переносчиками информации выступают РНК. То есть, реализация генетической информации происходит следующим образом:

ДНК → РНК → белок

Этот процесс осуществляется в два этапа:

- 1) транскрипция;
- 2) трансляция.

Транскрипция — синтез РНК с использованием ДНК в качестве матрицы. В результате возникает мРНК. Процесс транскрипции требует больших затрат энергии в виде АТФ и осуществляется ферментом РНК-полимеразой.

Одновременно транскрибируется не вся молекула ДНК, а лишь отдельные ее отрезки. Такой отрезок (транскриптон) начинается промотором — участком ДНК куда присоединяется РНК-полимераза и откуда начинается транскрипция, а заканчивается терминатором — участком ДНК, содержащим сигнал окончания транскрипции. Транскриптон — это и есть ген с точки зрения молекулярной биологии.

Транскрипция, как и репликация, основана на способности азотистых оснований нуклеотидов к комплементарному связыванию. На время

транскрипции двойная цепь ДНК разрывается и синтез РНК осуществляется по одной цепи ДНК.

В процессе трансляции последовательность нуклеотидов ДНК переписывается на синтезирующуюся молекулу мРНК, которая выступает в качестве матрицы в процессе биосинтеза белка,

Трансляция — синтез полипептидной цепи с использованием мРНК в роли матрицы,

В трансляции участвуют все три типа РНК: мРНК является информационной матрицей; тРНК доставляют аминокислоты и узнают кодоны; рРНК вместе с белками образуют рибосомы, которые удерживают мРНК, тРНК и белок и осуществляют синтез полипептидной цепи.

мРНК транслируется не одной, а одновременно несколькими (до 80) рибосомами. Такие группы рибосом называются полисомами. На включение одной аминокислоты в полипептидную цепь необходима энергия 4 АТФ.

Код ДНК. Информация о структуре белков «записана» в ДНК в виде последовательности нуклеотидов. В процессе транскрипции она переписывается на синтезирующуюся молекулу мРНК, которая выступает в качестве матрицы в процессе биосинтеза белка. Определенному сочетанию нуклеотидов ДНК, а, следовательно, и мРНК, соответствует определенная аминокислота в полипептидной цепи белка. Это соответствие называют генетическим кодом. Одну аминокислоту определяют 3 нуклеотида, объединенных в триплет (кодом). Поскольку существуют 4 типа нуклеотидов, объединяясь по 3 в триплет, они дают $4^3 = 64$ варианта триплетов (в то время как кодируются только 20 аминокислот). Из них 3 являются «стопкодонами», прекращающими трансляцию, остальные 61 — кодирующими. Разные аминокислоты кодируются разным числом триплетов: от 1 до 6.

Свойства генетического кода:

1. Код три плетен. Одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами (триплетом) в молекуле нуклеиновой кислоты.

2. Код универсален. Все живые организмы от вирусов до человека используют единый генетический код.

3. Код однозначен (специфичен). Кодон соответствует одной единственной аминокислоте.

4. Код избыточен. Одна аминокислота кодируется более чем одним триплетом.

5. Код не перекрывается. Один нуклеотид не может входить в состав сразу нескольких кодонов в цепи нуклеиновой кислоты. Этапы синтеза белка:

1. Малая субчастица рибосомы соединяется с инициаторной мет-тРНК, а затем с мРНК, после чего происходит образование целой рибосомы, состоящей из малой и большой субчастиц.

2. Рибосома перемещается вдоль мРНК, что сопровождается многократным повторением цикла присоединения очередной аминокислоты к растущей полипептидной цепи.

3. Рибосома достигает одного из трех стоп-кодонов мРНК, полипептидная цепь высвобождается и отделяется от рибосомы. Рибосомные субчастицы диссоциируют, отделяются от мРНК и могут принять участие в синтезе

следующей полипептидной цепи.

Реакции матричного синтеза. К реакциям матричного синтеза относятся: самоудвоение ДНК, образование мРНК, тРНК и рРНК на молекуле ДНК, биосинтез белка на мРНК. Все эти реакции объединяет то, что молекула ДНК в одном случае или молекула мРНК в другом выступают в роли матрицы, на которой происходит образование одинаковых молекул. Реакции матричного синтеза являются основой способности живых организмов к воспроизведению себе подобных.

РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Воспроизведение клеток

Хромосомный набор

Совокупность хромосом, содержащихся в ядре, называется **хромосомным набором**. Число хромосом в клетке и их форма постоянны для каждого вида живых организмов.

Соматические клетки **диплоидны** (содержат двойной набор хромосом). В этих клетках хромосомы представлены парами. Хромосомы, принадлежащие к одной паре, называются **гомологичными**. Хромосомы разных пар отличаются друг от друга размерами, формой, местами расположения первичных (центромеры) и вторичных перетяжек.

Половые клетки гаплоидны (содержат одинарный набор хромосом). В этих клетках хромосомы представлены в единственном числе и не имеют пары в виде гомологичной хромосомы. Клеточный цикл

Клеточный цикл (жизненный цикл клетки) — существование клетки от момента ее возникновения в результате деления материнской клетки до ее собственного деления или смерти. Продолжительность клеточного цикла зависит от типа клетки, ее функционального состояния и условий среды. Клеточный цикл включает митотический цикл и период покоя.

В **период покоя** (G_0) клетка выполняет свойственные ей функции и избирает дальнейшую судьбу — погибает, либо возвращается в митотический цикл. В непрерывно размножающихся клетках клеточный цикл совпадает с митотическим циклом, а период покоя отсутствует.

Митотический цикл состоит из четырех периодов: пресинтетического

(постмитотического) — G_1 синтетического — S, постсинтетического (премитотического) — G_2 , митоза — M. Первые три периода — это подготовка клетки к делению (интерфаза), четвертый период — само деление (митоз).

Интерфаза — подготовка клетки к делению — состоит из трех периодов. В первый период (G_1) увеличивается объем цитоплазмы и количество органелл, происходит рост клетки после предыдущего деления. Во второй период (S) происходит удвоение генетического материала (репликация ДНК), синтез белковых молекул, с которыми связывается ДНК, и превращение каждой хромосомы в две хроматиды. В третий период (G_2) усиливаются процессы биосинтеза, происходит деление митохондрий и хлоропластов, удваиваются центриоли.

Деление клетки. Основой размножения и индивидуального развития организмов является деление клетки. Описано три способа деления эукариотических клеток: амитоз (прямое деление), митоз (непрямое деление) и мейоз (редукционное деление). Амитоз — редкий способ деления клетки, характерный для стареющих или опухолевых клеток. При амитозе ядро делится путем перетяжки и равномерное распределение наследственного материала не обеспечивается. После амитоза клетка не способна вступать в митотическое деление.

Митоз — тип клеточного деления, в результате которого дочерние клетки получают генетический материал, идентичный тому, который содержался в материнской клетке. Митоз состоит из четырех фаз.

Профаза (первая фаза митоза). Хромосомы спирализуются, центриоли (у животных клеток) расходятся к полюсам клетки, распадается ядерная оболочка, исчезают ядрышки и начинает формироваться веретено деления.

Метафаза (вторая фаза митоза). Хромосомы, состоящие из двух хроматид, прикрепляются своими центромерами (первичными перетяжками) к нитям веретена деления. При этом все они располагаются в экваториальной плоскости. Эта структура называется метафазной пластинкой.

Анафаза (третья фаза митоза). Каждая центромера делится и нити веретена деления растягивают отделившиеся друг от друга хроматиды к противоположным полюсам. Теперь разделенные хроматиды называются дочерними хромосомами.

Телофаза (четвертая фаза митоза). Дочерние хромосомы достигают полюсов клетки, деспирализуются, нити веретена деления разрушаются, вокруг хромосом образуется ядерная оболочка, ядрышки восстанавливаются. Два образовавшихся ядра генетически идентичны. После этого следует цитокинез (деление цитоплазмы), в результате которого образуются две дочерние клетки. Органоиды распределяются между ними более или менее равномерно.

Биологическое значение митоза. В результате митоза: достигается генетическая стабильность, увеличивается число клеток в организме, происходит рост организма, возможны явления регенерации и бесполого размножения у некоторых организмов.

Мейоз — тип клеточного деления, сопровождающийся редукцией числа хромосом. В результате из первично диплоидных клеток образуются гаплоидные. В ходе мейоза происходит два клеточных деления, причем удвоение числа хромосом происходит только перед первым делением. Таким образом, из одной диплоидной клетки делящейся мейотически, образуется четыре гаплоидных.

Как и митоз, каждое из мейотических делений состоит из четырех фаз.

Профаза 1 (профаза первого мейотического деления). Происходят процессы, аналогичные процессам профазы митоза. Кроме того, гомологичные хромосомы, представленные двумя хроматидами, сближаются и "слипаются" друг с другом. Этот процесс называется конъюгацией. При этом происходит обмен участками гомологичных хромосом — кроссинговер (перекрест хромосом), то есть обмен наследственной информацией. После конъюгации гомологичные хромосомы отделяются друг от друга.

Метафаза 1. Происходят процессы, аналогичные процессам метаФазы митоза.

Анафаза 1. В отличие от анафазы митоза центромеры не делятся и к полюсам клетки отходят не по одной хроматиде от каждой хромосомы, а по одной хромосоме, состоящей из двух хроматид, скрепленной общей центромерой.

Размножение организмов

Телофаза 1. Образуются две клетки с гаплоидным набором.

После завершения **первого мейотического деления** следует короткая интерфаза **второго мейотического деления**. Причем на этой стадии репликации (удвоения) ДНК не происходит и, следовательно; диплоидность не восстанавливается.

Процессы, протекающие в **профазе II, метафазе II, анафазе II телофазе II** аналогичны процессам во время митоза.

Таким образом, из одной диплоидной клетки, делящейся мейотически, образуется четыре гаплоидных.

Биологическое значение мейоза. Мейоз служит основой полове го размножения и комбинативной изменчивости организмов.

Размножение организмов

Размножение — это способность живых существ воспроизводить себе подобных. При этом обеспечивается непрерывность и преемственность жизни. Принято различать два основных типа размножения: бесполое и половое.

Процесс полового размножения обычно осуществляется между двумя физиологически различными особями — мужской и женской. Они формируют особые половые клетки (гаметы), при слиянии которых образуется зигота. При этом геномы родительских клеток смешиваются, поэтому потомки генетически отличаются от каждого, из родителей и друг от друга.

В процессе бесполого размножения участвует только одна особь. Образование гамет не происходит. Организм либо просто делится на две или более частей, либо формирует специальные структуры, из которых восстанавливаются новые индивиды, генетически идентичные) материнской особи.

Бесполое размножение возникло раньше полового. Оно обеспечивает воспроизведение большого количества идентичных особей и более выгодно в относительно постоянных условиях.

Половое размножение появилось более 3 млрд лет назад. При половом размножении происходит объединение генетической информации от двух особей одного вида (родителей) в наследственный материал потомка. То есть биологическое значение полового размножения заключается не только в самовоспроизведении особей, но и в обеспечении биологического разнообразия видов, их адаптивных! возможностей и эволюционных перспектив. Это делает половое размножение биологически более прогрессивным, чем бесполое,

Бесполое размножение

Различают следующие типы бесполого размножения:

1. Деление. Самая простая форма бесполого размножения (свойственна одноклеточным организмам). Исходная материнская клетка делится митотически на две или несколько более или менее одинаковых дочерних клеток.

2. Споруляция; Размножение посредством спор (встречается у всех растений, грибов и некоторых простейших, а также у прокариотических организмов: многих

бактерий, сине-зеленых водорослей). Спора — это клетка (обычно гаплоидная), покрытая защитным покровом (споровой оболочкой), позволяющим переносить действие различных неблагоприятных факторов среды.

3. Фрагментация. Способность некоторых живых существ восстанавливать утраченные органы или части тела (регенерация).

4. Почкование. Характерно для представителей кишечнополостных (гидра). На теле материнской особи появляется небольшой бугорок с зачатками всех структур и органов, характерных для материнского организма. Затем происходит отделение (отпочковывание) дочерней особи.

5. Вегетативное размножение. Характерен для многих групп растений — от водорослей до цветковых. От материнского организма отделяется достаточно хорошо дифференцированная часть (отводки, усы, корневые отпрыски, поросль) или же образуются особые структуры, специально предназначенные для вегетативного размножения (луковицы, клубни, корневища и др.). Разновидностью вегетативного размножения является прививка, то есть пересадка части тела одного организма (привой) на другой организм (подвой).

6. Клонирование. Искусственный способ размножения, не встречающийся в естественных условиях. Клон — совершенно одинаковое в генетическом отношении потомство, полученное в результате имплантации ядра соматической клетки донора в яйцеклетку. Таким образом, получают зиготу, минуя «классическое» оплодотворение.

Половое размножение

Половое размножение характерно для подавляющего большинства живых существ. Оно складывается из 4 основных процессов:

1. **Гаметогенез** — образование половых клеток (гамет).
2. **Оплодотворение** — слияние гамет и образование зиготы.
3. **Эмбриогенез** — дробление зиготы и формирование зародыша.

4. **Постэмбриональный период** — рост и развитие организма в послезародышевый период.

Половые клетки

Гаметы — половые клетки, при слиянии которых образуется зигота, из которой развивается новая особь. Гаметы имеют вдвое меньше хромосом, чем остальные клетки тела (соматические клетки). Они не способны делиться в отличие от "большинства соматических клеток. Различают женские и мужские половые клетки. Половая принадлежность у высших форм (например, у позвоночных) определяется на генетическом уровне.

Мужские гаметы называются сперматозоидами (если они подвижны) или спермиями (если они лишены жгутикового аппарата и не способны активно передвигаться). Сперматозоиды имеют очень маленькие размеры. Они состоят из головки, шейки, средней части и хвоста. В головке располагается ядро, содержащее ДНК. На переднем конце головки имеется акросома — видоизмененный комплекс Гольджи, который содержит литические ферменты для растворения оболочки яйцеклетки при оплодотворении. Хвост образован микротрубочками и служит для передвижения сперматозоида.

Женские гаметы носят название яйцеклеток. Они, как правило, неподвижны, имеют большие, чем сперматозоиды размеры, хорошо развитую цитоплазму и запас питательных веществ.

Яйцеклетки разных организмов отличаются друг от друга. В зависимости от количества в яйцеклетки желтка их делят на алецитальные, олиголецитальные, мезолецитальные, полилецитальные. В зависимости от характера распределения желтка в яйцеклетки различают гомо-; или изолецитальные, телolecитальные, центролецитальные яйцеклетки.

Образование половых клеток. Процесс образования половых клеток — гаметогенез — протекает в половых железах (гонадах). У высших животных женские гаметы образуются в **яичниках**, мужские — в **семенниках**. Процесс образования сперматозоидов называют **сперматогенезом**; яйцеклеток — **оогенезом**. Гаметогенез делят на несколько фаз: размножения, роста, созревания и выделяемую при сперматогенезе фазу формирования.

Фаза размножения характеризуется многократными митотическими делениями клеток стенки семенника или яичника, приводящими к образованию многочисленных **сперматогоний** и **оогоний**. Эти клетки, как и все клетки тела, диплоидны. Фаза размножения у мужчин начинается с наступлением половой зрелости и продолжается постоянно в течение почти всей жизни. В женском организме размножение оогоний начинается в эмбриогенезе и завершается к 3-му году жизни.

фаза роста сопровождается увеличением объема цитоплазмы клеток, накоплением ряда веществ, необходимых для дальнейших делений, репликацией ДНК и удвоением хромосом. В фазе роста клетки получают название сперматоцитов и ооцитов I порядка. Фаза роста более выражена в оогенезе, поскольку ооциты I порядка накапливают значительные количества питательных веществ.

Фаза созревания характеризуется мейозом.

При сперматогенезе в результате I мейотического деления образуются два одинаковых сперматоцита II порядка, каждый из которых после второго деления мейоза формирует по две сперматиды.

При оогенезе профаза первого мейотического деления осуществляется еще в эмбриональном периоде, а остальные события мейоза продолжаются после полового созревания организма. Каждый месяц в одном из яичников половозрелой женщины созревает одна яйцеклетка. При этом завершается I деление мейоза, образуются крупный ооцит II порядка и маленькое первое полярное, или направительное, тельце, которые вступают во второе деление мейоза. На стадии метафазы второго мейотического деления ооцит II порядка овулирует — выходит из яичника в брюшную полость, откуда попадает в яйцевод. Дальнейшее созревание его возможно лишь после слияния со сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, ооцит II порядка погибает и выводится из организма. В случае оплодотворения он завершает второе мейотическое деление, образуя зрелую яйцеклетку — ооиду — и второе полярное тельце. Полярные тельца никакой роли в оогенезе не играют и в конце концов погибают. Таким образом, в результате фазы созревания из каждой диплоидной клетки формируются гаплоидные клетки: при сперматогенезе — 4 сперматиды, при оогенезе — 1 оотида и 3 полярных тельца.

Фаза формирования характерна только для сперматогенеза, и сущность ее состоит в том, что сперматиды приобретают свойственную сперматозоидам морфологию и подвижность.

Оплодотворение

Оплодотворение — это процесс слияния мужской и женской половых клеток (гамет), в результате которого образуется оплодотворенная яйцеклетка (**зигота**). То есть из двух гаплоидных гамет образуется одна диплоидная клетка (**зигота**).

Различают наружное оплодотворение, когда половые клетки сливаются вне организма, и внутреннее, когда половые клетки сливаются внутри половых путей особи; перекрестное оплодотворение, когда объединяются половые клетки разных особей; самооплодотворение — при слиянии гамет, продуцируемых одним и тем же организмом; моноспермия и полиспермия в зависимости от числа сперматозоидов, оплодотворяющих одну яйцеклетку.

У человека процесс оплодотворения происходит в маточной трубе, куда после овуляции попадают ооцит K порядка и могут находиться многочисленные сперматозоиды. При контакте с яйцеклеткой акросома сперматозоида выделяет ферменты, разрушающие оболочки яйцеклетки и обеспечивающие проникновение сперматозоида внутрь. После проникновения сперматозоида яйцеклетка формирует на поверхности толстую непроницаемую оболочку оплодотворения, препятствующую полиспермии.

Проникновение сперматозоида стимулирует ооцит II порядка к дальнейшему делению. Он осуществляет анафазу и телофазу II мейотического деления и становится зрелым яйцом. В результате в цитоплазме яйцеклетки оказывается два гаплоидных ядра, называемых мужским и женским пронуклеусами, которые сливаются с образованием диплоидного ядра — зиготы.

Индивидуальное развитие организмов

Типы онтогенеза

Онтогенез — индивидуальное развитие организма, с момента образования зиготы до смерти.

Различают два основных типа онтогенеза: прямой и непрямой. При прямом развитии рождающийся организм в основном сходен со взрослым, а стадия метаморфоза отсутствует. При непрямом развитии образуется личинка, отличающаяся от взрослого организма внешним и внутренним строением, а также по характеру питания, способу передвижения и ряду других особенностей. Во взрослую особь личинка превращается в результате метаморфоза. Непрямое развитие дает организмам значительные преимущества. Непрямое развитие встречается в личиночной форме, прямое — в неличиночной и внутриутробной.

Непрямой (личиночный) тип развития проходят многие виды беспозвоночных и некоторые позвоночные животные (рыбы, земноводные). У них в процессе развития формируются одна или несколько личиночных стадий.

Прямой неличиночный (яйцекладный) тип развития встречается у ряда беспозвоночных, а также у рыб, пресмыкающихся, птиц и некоторых млекопитающих, яйца которых богаты желтком. При этом зародыш длительное время развивается внутри яйца.

Прямой внутриутробный тип развития характерен для высших млекопитающих и человека, яйцеклетки которых почти лишены желтка. Все жизненные функции зародыша осуществляются через материнский организм. Для этого из тканей матери и зародыша развивается плацента. Завершается этот тип развития процессом деторождения.

Эмбриональное развитие

Эмбриональное развитие (эмбриогенез) начинается с момента оплодотворения, представляет собой процесс преобразования зиготы в многоклеточный организм и завершается выходом из лицевых (зародышевых) оболочек (при личиночном и неличиночном типах развития) либо рождением (при внутриутробном). Эмбриогенез включает процессы дробления, гастрюляции, гисто- и органогенеза.

Дробление — ряд последовательных митотических делений зиготы, в результате которых происходит образование бластомеров. Образовавшиеся бластомеры не увеличиваются в размерах. В процессе дробления суммарный объем зародыша не изменяется, а размеры составляющих его клеток уменьшаются. В результате ряда дроблений образуется бластула. Бластула — многоклеточный шаровидный зародыш с однослойной стенкой и полостью внутри. Бластула образуется в результате бластуляции, когда бластомеры смещаются к периферии, образуя бластодерму, образующаяся при этом внутренняя полость заполняется жидкостью и становится первичной полостью тела — бластоцелью. После образования бластулы начинается процесс гастрюляции.

Гастрюляция — это процесс образования двух- или трехслойного зародыша — гастрюлы. Она образуется в результате перемещения клеток бластодермы. Образующиеся слои называют зародышевыми листками. Наружный слой клеток

называется эктодермой, внутренний — энтодермой, слой клеток между ними называется мезодермой. Каждый из зародышевых листков дает начало тем или иным органам. За гастрულიей следует гисто- и органогенез.

Гисто- и органогенез — формирование тканей и органов зародыша в результате дифференцировки клеток и зародышевых листков.

Из эктодермы образуются: нервная система, эпидермис кожи и его производные (роговые чешуи, перья и волосы, зубы).

Из мезодермы образуется мускулатура, скелет, выделительная, половая и кровеносная системы,

Из энтодермы образуются пищеварительная система и ее железы (печень, поджелудочная железа), дыхательная система.

Постэмбриональное развитие

Постэмбриональное (послезародышевое) развитие начинается с момента рождения {при внутриутробном развитии зародыша у млекопитающих) или с момента выхода организма из лицевых оболочек и продолжается вплоть до смерти живого организма. Постэмбриональное развитие сопровождается ростом. При этом он может быть ограничен определенным сроком или длиться в течение всей жизни.

Все стадии индивидуального развития любого организма подвержены влиянию факторов внешней среды. Огромное влияние на развитие организма оказывает среда, в которой он формируется. Температура, свет, влажность, разнообразные химические вещества (ядохимикаты, алкоголь, никотин, ряд лекарственных препаратов и др.) могут нарушать нормальный ход онтогенеза и приводить к формированию: различных заболеваний и смерти.

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Генетика — наука, изучающая наследственность и изменчивости организмов. Наследственность — способность организмов передавать из поколения в поколение свои признаки (особенности строения, функции, развития). Изменчивость — способность организмов приобретать новые признаки. Наследственность и изменчивость — два противоположных, но взаимосвязанных свойства организма.

Наследственность

Основные понятия

Ген и аллели. Единицей наследственной информации является ген. Ген (с точки зрения генетики) — участок хромосомы, определяющий развитие у организма одного или нескольких признаков. **Аллели** — различные состояния одного и того же гена, располагающиеся в определенном локусе (участке) гомологичных хромосом и определяющие развитие одного какого-то признака. Гомологичные хромосомы имеются только в клетках, содержащих диплоидный набор хромосом. Их нет в половых клетках (гаметах) эукариот и у прокариот.

Гомозигота и гетерозигота. Организмы (зиготы) могут быть гомозиготными и

гетерозиготными. Гомозиготные организмы имеют в своем генотипе два одинаковых аллеля — оба доминантные или оба рецессивные (AA или aa). Гетерозиготные организмы имеют один из аллелей в доминантной форме, а другой — в рецессивной (Aa). Гомозиготные особи не дают расщепления в следующем поколении, а гетерозиготные дают расщепление.

Разные аллельные формы генов возникают в результате мутаций. Ген может мутировать неоднократно, образуя много аллелей. **Множественный аллелизм** — явление существования более двух альтернативных аллельных форм гена, имеющих различные проявления в фенотипе. Два и более состояний генов возникают в результате мутаций. Ряд мутаций вызывает появление серии аллелей (A, a₁, a₂, ..., a_n и т.д.), которые находятся в разных доминантно-рецессивных отношениях друг к другу.

Доминантные и рецессивные признаки и аллели.

Признак (фен) — некоторое качество или свойство, по которому можно отличить один организм от другого. Явление преобладания у гибрида признака одного из родителей называется **доминированием**. Признак, проявляющийся в первом поколении гибридов, называется доминантным, а внешне исчезающий — **рецессивным**. Аллель, определяющий доминантный признак называется **доминантным аллелем** и обозначается латинской заглавной буквой: A, B, C, ..., а аллель, определяющий рецессивный признак — **рецессивным аллелем** и обозначается прописной буквой: a, b, c, Доминантный аллель обеспечивает развитие признака как в гомо-, так и в гетерозиготном состоянии, рецессивный аллель проявляется только в гомозиготном состоянии.

Фенотип и генотип. Генотип — совокупность всех генов организма. **Фенотип** — совокупность всех признаков организма. К ним относятся: морфологические (внешние) признаки (цвет глаз, окраска Цветков), биохимические (форма молекулы структурного белка или фермента), гистологические (форма и размер клеток), анатомические и т.д. С другой стороны, признаки можно разделить на качественные (цвет глаз) и количественные (масса тела). Фенотип зависит от генотипа и условий внешней среды.

Фенотип развивается в результате взаимодействия генотипа и условий внешней среды. Последние в меньшей степени влияют на качественные признаки и в большей — на количественные.

Скращивание (гибридизация). Одним из основных методов генетики является скрещивание, или гибридизация. **Гибридологический метод** — скрещивание (гибридизация) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам. Потомки от таких скрещиваний называются **гибридами**. В зависимости от числа признаков, по которым различаются между собой родители, различают разные виды скрещивания. **Моногибридное скрещивание** — скрещивание, при котором родители различаются только по одному признаку. **Дигибридное скрещивание** — скрещивание, при котором родители различаются по двум признакам. **Полигибридное скрещивание** — скрещивание, при котором родители различаются по нескольким признакам.

Для записи результатов скрещиваний используются следующие общепринятые обозначения:

P — родители (от лат. parental — родитель);

F — потомство (от лат. filial—потомство): F₁ — гибриды первого поколения — прямые потомки родителей P; F₂ — гибриды второго поколения — потомки от скрещивания между собой гибридов F₁ и

т.д.

♂ — мужская особь (щит и копьё — знак Марса);

♀ — женская особь (зеркало с ручкой — знак Венеры);

X — значок скрещивания;

: — расщепление гибридов, разделяет цифровые соотношения отличающихся (по фенотипу или генотипу) классов потомков.

Гибринологический метод был разработан австрийским естествоиспытателем Г.Менделем (1865). Он использовал самоопыляющиеся растения гороха садового. Мендель провел скрещивание чистых линий (гомозиготных особей), отличающихся друг от друга по одному, двум и более признакам. Им были получены гибриды первого, второго и т.д. поколений. Полученные данные Мендель обработал математически. Полученные результаты были сформулированы в виде законов наследственности.

Изменчивость

Изменчивость — способность организмов приобретать новые признаки. Изменения фенотипа могут быть связаны либо с влиянием среды на экспрессию генов, либо с изменениями самого генетического материала. В зависимости от этого различают ненаследственную (модификационную) изменчивость и наследственную (генетическую) изменчивость.

Ненаследственная (кодификационная) изменчивость

Ненаследственная изменчивость:

- затрагивает только фенотип (генотип не изменяется);
- не передается по наследству;
- носит приспособительный характер к условиям среды.

В основе модификационной изменчивости лежит то обстоятельство, что наследуется не сам признак, а лишь способность к его развитию. В зависимости от условий среды признак может проявляться в различной степени. Границы варьирования (изменчивости) признака называют **нормой реакции**. Норма реакции зависит от генов, а условия среды определяют какой вариант в пределах этой нормы реакции реализуется в данном случае.

Нормы реакции различных признаков неодинаковы. Как правило, качественные признаки обладают узкой нормой реакции (например группа крови), количественные — широкой (например рост и масса тела).

Дать объективную оценку изменчивому признаку можно только проанализировав большое количество особей. Для оценки признака строят вариационную кривую и находят среднюю величину признака. Значения величины признака образуют непрерывный ряд вокруг средней величины. Наиболее часто встречаются особи со средними значениями развития признака, и чем больше признак отклоняется от среднего значения, тем меньше особей им обладают.

Наследственная (генотипическая) изменчивость

Наследственная изменчивость:

- затрагивает генотип;
- передается по наследству;
- носит случайный характер.

Наследственная изменчивость бывает комбинативная и мутационная.

Комбинативная изменчивость возникает в результате образования у потомков новых комбинаций уже существующих генов в процессе полового размножения. Источниками комбинативной изменчивости являются: 1) независимое расхождение гомологичных хромосом в первом мейотическом делении и их случайное сочетание при оплодотворении; 2) рекомбинация генов в результате кроссинговера. Таким образом, в процессе комбинативной изменчивости молекулярная структура генов не изменяется, однако новые сочетания аллелей в генотипах приводят к появлению организмов с новыми фенотипами.

Мутационная изменчивость возникает в результате мутаций. **Мутации** — качественные или количественные изменения ДНК организмов, приводящие к

изменениям их генотипа.

По изменению генотипа мутации делят на генные, хромосомные и геномные.

Генные (точковые) мутации связаны с изменением нуклеотидной последовательности ДНК одного гена. Существуют два механизма генных мутаций: замена одного нуклеотида на другой и выпадение или вставка одного из них. В результате происходит изменение в транскрипции РНК и синтезе белков, что обуславливает появление новых или измененных признаков.

Хромосомные мутации связаны с перемещением участков хромосом. В изменении структуры хромосом могут быть задействованы участки одной хромосомы или разных, негомологичных, хромосом. Механизм хромосомных мутаций заключается в образовании при воздействии мутагенов разрывов хромосом с возможной утратой некоторых фрагментов и воссоединении частей хромосомы в ином порядке по сравнению с исходной хромосомой.

Геномные мутации связаны с изменением числа хромосом. Различают полиплоидию и гетероплоидию. Полиплоидия — увеличение числа хромосом кратное гаплоидному набору

($3n$ — триплоидия, $4n$ — тетраплоидия и т.д.). Причины полиплоидии могут быть различны: образование в процессе мейоза гамет с нередуцированным числом хромосом; слияние соматических клеток или их ядер; удвоение хромосом без последующего деления клеток. Полиплоидия часто встречается у растений и редко у животных. Гетероплоидия — изменение числа хромосом, не кратное гаплоидному набору ($2n-1$ — моносомия $2n+1$ — трисомия; полисомия и др. по отдельным хромосомам). Причиной гетероплоидии — нерасхождение отдельных гомологичных хромосом при гаметогенезе, в результате чего появляются гаметы, в которых некоторые хромосомы либо отсутствуют, либо представлены в двойном количестве.

Мутагенные факторы

Мутагенные факторы можно разделить на две группы. С одной стороны, мутации могут происходить самопроизвольно вследствие ошибок в ходе репликации, репарации и рекомбинации ДНК. С другой стороны, они могут быть вызваны внешними причинами — мутагенами. Мутагены — факторы внешней (окружающей) среды, вызывающие мутацию. Их делят на физические (ультрафиолетовые, рентгеновские и γ лучи, повышенная или пониженная температура), химические (бензапирен, азотистая кислота), биологические (некоторые вирусы).

В настоящее время в результате производственной деятельности человека усиливается загрязнение окружающей среды мутагенами. В результате растет число мутаций как среди людей, так и среди других живых организмов. Подавляющее большинство мутаций носит вредный характер, то есть увеличивает заболеваемость и смертность.

Основные методы генетики

Гибридологический метод — скрещивание (гибридизация) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам. Потомки от таких скрещиваний называются гибридами.

Генеалогический метод (метод родословных) — изучение наследования какого-либо признака у человека в ряде поколений. Позволяет прогнозировать вероятность передачи потомкам наследственных заболеваний.

Близнецовый метод — изучение проявления признаков у однояйцовых близнецов. Позволяет оценить роль внешней среды в формировании фенотипа.

Цитогенетический метод — изучение количества, формы и размеров хромосом. Позволяет обнаружить хромосомные и геномные мутации.

Биохимический метод — изучение наследственно обусловленных нарушений обмена веществ. Позволяет обнаружить генные мутации.

Популяционный метод — изучение частоты встречаемости генов и генотипов в популяциях. Дает информацию о степени гетерозиготности и полиморфизма (неоднородности) человеческих популяций.

Селекция

Селекция — отбор и создание новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов с нужными человеку свойствами. Породы животных, сорта растений, штаммы микроорганизмов — это совокупности особей, созданные человеком и обладающие какими-либо ценными для него качествами. Теоретической основой селекции является генетика.

Основные **методы селекции** — отбор, гибридизация, полиплоидия, мутагенез, а также клеточная и генная инженерия.

Отбор. В селекции действует **естественный** и **искусственный** отбор. Искусственный отбор бывает бессознательный и методический. **Бессознательный отбор** проявлялся в сохранении человеком на развод лучших особей и употреблении в пищу худших без сознательного намерения вывести более совершенную породу или сорт. **Методический отбор** осознанно направлен на выведение нового сорта или породы с желаемыми качествами. В процессе селекции наряду с искусственным отбором не прекращает своего действия и естественный отбор, который повышает приспособляемость организмов к условиям окружающей среды.

Отбор бывает массовый и индивидуальный. Массовый отбор — выделение из исходного материала целой группы особей с желательными признаками и получение от них потомства. **Индивидуальный отбор** — выделение отдельных особей с желательными признаками и получение от них потомства. Массовый отбор чаще применяют в селекции растений, а индивидуальный — в селекции животных, что связано с особенностями размножения растений и животных.

Гибридизация. Методом отбора нельзя получить новые генотипы. Для создания новых благоприятных комбинаций признаков (генотипов) применяют гибридизацию. Различают внутривидовую и межвидовую (отдаленную) гибридизацию.

Внутривидовая гибридизация — скрещивание особей одного вида. Применяют близкородственное скрещивание и скрещивание неродственных особей.

Близкородственное скрещивание (инбридинг) (например, самоопыление у растений) ведет к повышению гомозиготности, что, с одной стороны,

способствует закреплению наследственных свойств, но гой — ведет к снижению жизнеспособности, продуктивности и рождению.

Скрещивание неродственных особей (аутбридинг) позволяет получить гетерозисные гибриды. Если сначала вывести гомозиготные линии, закрепив желательные признаки, а затем провести перекрестное опыление между разными самоопыляющимися линиями, то в результате в ряде случаев появляются высокоурожайные гибриды. Явление повышенной урожайности и жизнеспособности у гибридов первого поколения, полученных при скрещивании родителей чистых линий, называется гетерозисом. Основная причина эффекта гетерозиса — отсутствие проявления вредных рецессивных аллелей в гетерозиготном состоянии. Однако уже со второго поколения эффект гетерозиса быстро снижается.

Межвидовая (отдаленная) гибридизация — скрещивание разных видов. Используется для получения гибридов, сочетающих ценные свойства родительских форм (тритикале — гибрид пшеницы ржи, мул — гибрид кобылы с ослом, лошак — гибрид коня с ослицей). Обычно отдаленные гибриды бесплодны, так как хромосомы родительских видов отличаются настолько, что невозможен процесс конъюгации, в результате чего нарушается мейоз. Преодолеть бесплодие у отдаленных гибридов растений удастся с помощью полиплоидии. Восстановление плодовитости у гибридов животных более сложно; задача, так как получение полиплоидов у животных невозможно.

Полиплоидия — увеличение числа хромосомных наборов, полиплоидия позволяет избежать бесплодия межвидовых гибридов. Кроме того, многие полиплоидные сорта культурных растений (пшеница, картофель) имеют более высокую урожайность, чем родственные диплоидные виды. В основе явления полиплоидии лежат три причины: удвоение хромосом в неделящихся клетках, слияние соматических клеток или их ядер, нарушение процесса мейоза с образованием гамет с нередуцированным (двойным) набором хромосом. Искусственно полиплоидию вызывают обработкой семян или проростков растений колхицином. Колхицин разрушает нити веретена деления и препятствует расхождению гомологичных хромосом в процессе мейоза.

Мутагенез. В естественных условиях частота возникновения мутаций сравнительно невелика. Поэтому в селекции используется индуцированный (искусственно вызванный) мутагенез — воздействие на организм в условиях эксперимента каким-либо мутагенным фактором для возникновения мутации с целью изучения влияния фактора на живой организм или получения нового признака. Мутации носят ненаправленный характер, поэтому селекционер сам отбирает организмы с новыми полезными свойствами.

Биотехнология и ее основные направления. Биотехнология — методы и приемы получения полезных для человека продуктов и явлений с помощью живых организмов (бактерий, дрожжей и др.). Биотехнология открывает новые возможности для селекции. Ее основные направления: микробиологический синтез, генная и клеточная инженерия.

Микробиологический синтез — использование микроорганизмов для получения белков, ферментов, органических кислот, лекарственных препаратов и других веществ. Благодаря селекции удалось вывести микроорганизмы, которые

вырабатывают нужные человеку вещества в количествах, в десятки, сотни и тысячи раз превышающих потребности самих микроорганизмов. С помощью микроорганизмов получают лизин (аминокислоту, не образующуюся в организме животных; ее добавляют в растительную пищу), органические кислоты (уксусную, лимонную, молочную и др.), витамины, антибиотики и т.д.

Клеточная инженерия — выращивание клеток вне организма на специальных питательных средах, где они растут и размножаются, образуя культуру ткани. Из клеток животных нельзя вырастить организм, а из растительных клеток можно. Так получают и размножают Ценные сорта растений. Клеточная инженерия позволяет проводить гибридизацию (слияние) как половых, так и соматических клеток. Гибридизация половых клеток позволяет проводить оплодотворение «в пробирке» и имплантацию оплодотворенной яйцеклетки в материнский организм. Гибридизация соматических клеток делает возможным создание новых сортов растений, обладающих полезными признаками и устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды.

Генная инженерия — искусственная перестройка генома. Позволяет встраивать в геном организма одного вида гены другого вида. Так, введя в генотип кишечной палочки соответствующий ген человека, получают гормон инсулин. В настоящее время человечество вступило в эпоху конструирования генотипов клеток.

ЭВОЛЮЦИЯ

Эволюционное учение

Теория эволюции (эволюционное учение) — наука, изучающая историческое развитие жизни: причины, закономерности и механизмы. Различают микро- и макроэволюцию. **Микроэволюция** — эволюционные процессы на уровне популяций, приводящие к образованию новых видов. **Макроэволюция** — эволюция надвидовых таксонов, в результате которой формируются более крупные систематические группы. В их основе лежат одинаковые принципы и механизмы.

Карл Линней верил в сотворение природы богом; предложил систему растений и животных и ввел систему двойного наименования; допускал возможность возникновения видов путем скрещивания или под влиянием условий среды.

Жан-Батист Ламарк изложил эволюционные идеи; движущей силой эволюции считал стремление к совершенству; утверждал наследование благоприобретенных признаков.

Чарльз Дарвин создал эволюционную теорию, основанную на понятиях борьбы за существование и естественного отбора.

Предпосылки возникновения учения Ч. Дарвина: накопление к тому времени богатого материала по палеонтологии, географии, геологии, биологии; развитие селекции; а также собственные наблюдения ученого во время кругосветного плавания на корабле «Бигль».

Учение Дарвина сводится к следующему:

Ш каждая особь того или иного вида обладает индивидуальностью (изменчивость);

- черты индивидуальности (хотя и не все) могут передаваться по наследству (наследственность);

- особи производят большее количество потомков, чем доживает до половой зрелости и начала размножения, то есть в природе существует борьба за существование',
- преимущество в борьбе за существование остается за наиболее приспособленными особями, которые имеют больше шансов оставить после себя потомство (естественный отбор)',
- именно таким образом (в результате естественного отбора) происходило постепенное усложнение уровней организации жизни и возникновения видов.

Факторами эволюции по Ч. Дарвину являются: наследственность, изменчивость, борьба за существование, естественный отбор.

Наследственность — способность организмов передавать из поколения в поколение свои признаки {особенности строения, функции, развития),

Изменчивость — способность организмов приобретать новые признаки.

Борьба за существование — весь комплекс взаимоотношений организмов с условиями окружающей среды: с неживой природой (абиотическими факторами) и с другими организмами (биотическими факторами). Борьба за существование не является «борьбой» в прямом смысле слова, фактически это стратегия выживания и способ существования организма. Различают внутривидовую борьбу, межвидовую борьбу и борьбу с неблагоприятными абиотическими факторами окружающей среды. Внутривидовая борьба — борьба между особями одной популяции. Всегда идет очень напряженно, так как особи одного вида нуждаются в одних и тех же ресурсах. Межвидовая борьба — борьба между особями популяций разных видов. Идет, когда виды конкурируют за одни и те же ресурсы, либо когда они связаны отношениями типа «хищник-жертва». Борьба с неблагоприятными абиотическими факторами среды особенно проявляется при ухудшении условий среды; Усиливает внутривидовую борьбу. В борьбе за существование выявляются наиболее приспособленные к данным условиям обитания особи. Борьба за существование ведет к естественному отбору.

Естественный отбор — процесс, в результате которого выживают и оставляют после себя потомство преимущественно особи с полезными в данных условиях наследственными изменениями.

На основе дарвинизма перестроились все биологические и многие Другие естественные науки.

В настоящее время наиболее общепризнанной является **синтетическая теория эволюции (СТЭ)**. Сравнительная характеристика основных положений эволюционного учения Ч.Дарвина и СТЭ дана в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика основных положений эволюционного учения Ч.Дарвина и синтетическая теория эволюции (СТЭ)

ПРИЗНАКИ	Эволюционная теория Ч.Дарвина	Синтетическая теория эволюции (СТЭ)
Основные результаты эволюции	1)Повышение приспособленности организмов к условиям среды;2) повышение уровня организации живых существ;3)увеличение многообразия организмов	

Единица эволюции	Вид	Популяция
Факторы эволюции	Наследственность, изменчивость, борьба за существование, естественный отбор	Мутационная и комбинативная изменчивость, популяционные волны, дрейф генов, изоляция, естественный отбор
Движущий отбор	Естественный отбор	
Трактовка термина «естественный отбор»	Выживание более приспособленных и гибель менее приспособленных форм	Избирательное воспроизводство генотипов
Формы естественного отбора	Движущий (и половой как его разновидность)	Движущий, стабилизирующий, дизруптивный

Возникновение приспособлений. Каждое приспособление вырабатывается на основе наследственной изменчивости в процессе борьбы за существование и отбора в ряду поколений.

Приспособленность организмов к среде не абсолютна, а относительна, так как условия среды обитания могут изменяться. Доказательством этого служат многие факты. Например, рыбы прекрасно приспособлены к водной среде обитания, но все эти адаптации совершенно непригодны для других сред обитания,

Микроэволюция

Вид и популяции

Вид — совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область — ареал.

Виды различаются между собой рядом признаков и свойств. Критерии вида — характерные признаки и свойства:

- морфологический {сходство внешнего и внутреннего строения);
- генетический (характерный для вида набор хромосом: их число, размеры, форма);
- физиологический (сходство всех процессов жизнедеятельности, прежде всего размножения);
- биохимический (сходство белков);
- географический (определенный ареал, занимаемый видом);
- экологический (совокупность факторов внешней среды, в которых существует вид) и др.

Ни один из критериев не является абсолютным. Вид характеризуется совокупностью критериев.

Население вида, как правило, распадается на относительно изолированные группы особей — популяции. **Популяция** — совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида.

Главный фактор, определяющий единство популяции и ее относительную

обособленность, — свободное скрещивание особей. Внутри популяции каждый организм одного пола имеет равную вероятность на образование брачной пары с любым организмом другого пола. Степень свободного скрещивания особей внутри популяции гораздо выше, чем между особями соседних популяций.

Популяция является структурной единицей вида и единицей эволюции. Эволюционируют не отдельные особи, а группы особей, объединенные в популяции. Эволюционные процессы в популяции происходят в результате изменения частот аллелей (генов) и генотипов,

Генетика популяций

Генетическая структура популяции — соотношение в популяции различных генотипов и аллелей. Совокупность генов всех особей популяции называют **генофондом**. Генофонд характеризуют частоты аллелей и генотипов. **Частота аллеля** — это его доля во всей совокупности аллелей данного гена. Сумма частот всех аллелей равна единице:

$$p + q = 1,$$

где p — доля доминантного аллеля (A); q — доля рецессивного (a).

Зная частоты аллелей, можно вычислить частоты генотипов в популяции:

$$(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

где p и q — частоты доминантного и рецессивного аллелей соответственно, p^2 — частота гомозиготного доминантного генотипа (AA), $2pq$ — частота гетерозиготного доминантного генотипа (Aa), q^2 — частота гомозиготного рецессивного генотипа (aa).

Закон Харди-Вайнберга: относительные частоты аллелей в популяции остаются неизменными из поколения в поколение. Закон Харди-Вайнберга справедлив, если соблюдаются следующие условия:

- 1) популяция велика;
- 2) в популяции осуществляется свободное скрещивание;
- 3) отсутствует отбор;
- 4) не возникает новых мутаций;
- 5) нет миграции новых генотипов в популяцию или из популяции.

Очевидно, что популяций, удовлетворяющих этим условиям в течение длительного времени, в природе не существует. На популяции всегда действуют внешние и внутренние факторы, нарушающие генетическое равновесие. Длительное и направленное изменение генотипического состава популяции, ее генофонда получило название элементарного эволюционного процесса.

Элементарные факторы эволюции

Элементарный эволюционный процесс — изменение частот, аллелей и генотипов в популяции. Элементарные факторы эволюции — факторы, изменяющие частоту аллелей и генотипов в популяции (генетическую структуру популяции). Выделяют несколько основных элементарных факторов эволюции: мутационный процесс, популяционные волны, изоляция, отбор,

Мутационная и комбинативная изменчивость. Мутационный процесс приводит к возникновению новых аллелей (или генов) и их сочетаний в

результате мутаций. В результате мутации возможен переход гена из одного аллельного состояния в другое ($A \rightarrow a$) или изменение гена вообще ($A \rightarrow C$). Мутационный процесс, в силу случайности мутаций, не обладает направленностью и без участия других факторов эволюции не может направлять изменение природной популяции. Он лишь поставляет элементарный эволюционный материал для естественного отбора.

Комбинативная изменчивость возникает в результате образования у потомков новых комбинаций уже существующих генов, унаследованных от родителей. Источниками комбинативной изменчивости являются: перекрест хромосом (рекомбинация), случайное расхождение гомологичных хромосом в мейозе, случайное сочетание гамет при оплодотворении.

Популяционные волны (волны жизни) — периодические и непериодические колебания численности популяции как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Причинами популяционных волн могут быть: периодические изменения экологических факторов среды (сезонные колебания температуры, влажности и т.д.), непериодические изменения (природные катастрофы), заселение видом новых территорий (сопровождается резкой вспышкой численности).

В качестве эволюционного фактора популяционные волны выступают в малочисленных популяциях, где возможно проявление дрейфа генов. **Дрейф генов** — случайное ненаправленное изменение частот аллелей и генотипов в популяциях. В малых популяциях действие случайных процессов приводит к заметным последствиям. Если популяция мала по численности, то в результате случайных событий некоторые особи независимо от своей генетической конституции могут оставить или не оставить потомство, вследствие этого частоты некоторых аллелей могут резко меняться за одно или несколько поколений. Так, при резком сокращении численности популяции (например, вследствие сезонных колебаний, сокращения кормовых ресурсов, пожара и т.д.) среди оставшихся в живых немногочисленных особей могут быть редкие генотипы. Если в дальнейшем численность восстановится за счет этих особей, то это приведет к случайному изменению частот аллелей в генофонде популяции.

Изоляция обусловлена возникновением разнообразных факторов, препятствующих свободному скрещиванию. Между образовавшимися популяциями прекращается обмен генетической информацией, в результате чего начальные различия генофондов этих популяций увеличиваются и закрепляются. Изолированные популяции могут подвергаться различным эволюционным изменениям, постепенно превращаться в разные виды.

Различают пространственную и биологическую изоляцию. **Пространственная (географическая) изоляция** связана с географическими препятствиями (водные преграды, горы, пустыни и др.). **Биологическая изоляция** обусловлена невозможностью спаривания и оплодотворения (в связи с изменением сроков размножения, строения или других факторов, препятствующих скрещиванию), гибелью зигот (вследствие биохимических различий гамет), стерильностью потомства (в результате нарушения конъюгации хромосом при гаметогенезе).

Эволюционное значение изоляции состоит в том, что она закрепляет и усиливает генетические различия между популяциями.

Естественный отбор. Изменения частот генов и генотипов, вызванные рассмотренными выше факторами эволюции, носят случайный, ненаправленный характер. Направляющим фактором эволюции является естественный отбор.

Естественный отбор — процесс, в результате которого выживают и оставляют после себя потомство преимущественно особи с полезными для популяции свойствами. Отбор действует в популяциях, его объектами являются фенотипы отдельных особей. Однако отбор по фенотипам является отбором генотипов, так как потомкам передаются не признаки, а гены. В результате в популяции происходит увеличение относительного числа особей, обладающих определенным свойством или качеством. Таким образом, естественный отбор — это процесс дифференциального (выборочного) воспроизводства генотипов.

Различают три основные формы естественного отбора: стабилизирующий, движущий и разрывающий (дизруптивный).

Стабилизирующий отбор направлена сохранение мутаций, ведущих к меньшей изменчивости средней величины признака. Действует при относительно постоянных условиях окружающей среды, то есть пока сохраняются условия, повлекшие образование того или иного признака или свойства. Например, сохранение у насекомоопыляемых растений размеров и формы цветка, так как цветки должны соответствовать размерам тела насекомого-опылителя. Сохранение реликтовых видов.

Движущий отбор направлен на сохранение мутаций, изменяющих среднюю величину признака. Возникает при изменении условий окружающей среды. Особи популяции имеют некоторые отличия по генотипу и фенотипу, и при длительном изменении внешней среды преимущество в жизнедеятельности и размножении может получить часть особей вида с некоторыми отклонениями от средней нормы. Вариационная кривая смещается в направлении приспособления к новым условиям существования. Например, возникновение у насекомых и грызунов устойчивости к ядохимикатам, у микроорганизмов — к антибиотикам.

Разрывающий (дизруптивный) отбор направлен на сохранение мутаций, ведущих к наибольшему отклонению от средней величины признака. Разрывающий отбор проявляется в том случае, если условия среды изменяются так, что преимущество приобретают особи с крайними отклонениями от средней нормы. В результате разрывающего отбора формируется полиморфизм популяции, то есть наличие нескольких, различающихся по какому-либо признаку групп. Например, при частых сильных ветрах на океанических островах сохраняются насекомые либо с хорошо развитыми крыльями, либо с рудиментарными.

Видообразование

Между особями разных популяций внутри вида возможен процесс скрещивания и образования плодовитого потомства. Однако в результате изоляции популяций скрещивание между ними прекращается, обмена наследственной информацией не происходит и популяции становятся самостоятельными генетическими системами.

В ходе видообразования осуществляются в основном два процесса: возникновение адаптации в ответ на изменение условий среды и обособление на основе изоляции новых видов. Различают два основных пути видообразования: аллопатрическое и симпатрическое.

Аллопатрическое (географическое) Видообразование связано с пространственной изоляцией популяций. Пространственная изоляция происходит либо в результате миграции группы особей за пределы ареала исходного вида, либо при расчленении ареала какими-либо преградами (реками, горами и т.п.). В обоих случаях происходит нарушение панмиксии (свободного скрещивания) между группами и разобщение генофондов. С течением времени различия между популяциями увеличиваются и они превращаются в самостоятельные виды.

Симпатрическое видообразование связано с биологической изоляцией популяций. Оно осуществляется в пределах ареала исходного вида из популяций с перекрывающимися или совпадающими ареалами. Можно выделить несколько способов симпатрического видообразования: путем полиплоидии (в роде табака исходное число хромосом равно 12, но имеются формы с 24, 48, 72 хромосомами); путем гибридизации с последующим удвоением хромосом (межвидовые гибриды растений, например, рябино-кизильник, некоторые виды малины и др.); путем сезонной изоляции (форель оз. Севан по срокам размножения образует озимую и яровую расы).

Дивергенция и конвергенция

Макроэволюция — эволюция надвидовых таксонов, в результате которой формируются более крупные систематические группы. В ее основе лежат те же эволюционные факторы, что и в основе микро-эволюции.

Важными процессами макроэволюции являются дивергенция и конвергенция.

Дивергенция — расхождение признаков в ходе эволюции у родственных групп, развивающихся в разнородных условиях. Она приводит к разделению вида на популяции, род на виды, семейство на и т.д. Дивергенция увеличивает разнообразие форм жизни. В результате дивергенции формируются гомологичные органы. Гомологичными называют органы, имеющие единое происхождение независимо от выполняемых функций (конечности позвоночных, видоизменения корня, стебля и листьев у растений).

Конвергенция — схождение признаков в ходе эволюции у неродственных групп, развивающихся в схожих условиях. Например, акулы, ихтиозавры и дельфины имеют внешнее сходство, но принадлежат к разным систематическим группам: рыбам, пресмыкающимся и млекопитающим соответственно. В результате конвергенции образуются аналогичные органы. **Аналогичными** называются органы, выполняющие одинаковые функции и имеющие внешнее сходство, но различные по происхождению (жабры рака и рыбы, крыло птицы и бабочки, роющие конечности крота и медведки).

Главные направления эволюции

Отечественные ученые А.Н. Северцов и И.И. Шмальгаузен установили главные

направления эволюции (биологический прогресс и биологический регресс) и главные пути эволюции (ароморфозы, идиоадаптации и дегенерации). Ароморфозы, идиоадаптации и дегенерации относят к биологическому прогрессу.

Биологический прогресс — увеличение численности особей данной систематической группы, расширение ареала, расширение видового разнообразия внутри группы (популяций и подвидов внутри вида, видов в роде и т.п.). Биологический прогресс означает победу вида или другой систематической группы в борьбе за существование. Биологический прогресс является следствием хорошей приспособленности организмов к условиям окружающей среды. В настоящее время прогрессируют многие группы насекомых, костистых рыб, цветковых растений и др.

Биологический регресс — уменьшение численности особей данной систематической группы, сужение ареала, сокращение видового разнообразия внутри группы. Биологический регресс означает отставание вида или другой систематической группы в темпах эволюции от скорости изменений условий окружающей среды. **Биологический регресс** может привести к вымиранию группы. Исчезли древовидные плауны и хвощи, древние папоротники, большинство древних земноводных и пресмыкающихся. Регрессирующим является род выхухолей, семейство гинкговых и др.

Деятельность человека является мощным фактором биологического прогресса одних видов (одомашненных животных, культурных растений, сорняков, вредителей и паразитов, болезнетворных микробов), и биологического регресса других видов (сокращается численность и сужается ареал соболя, на грани вымирания находится уссурийский тигр). Причина их вымирания заключается в том, что под влиянием хозяйственной деятельности человека среда обитания живых существ изменяется значительно быстрее, чем формируются приспособления.

Главные пути эволюции

Существуют три основных пути биологического прогресса: ароморфоз, идиоадаптация и общая дегенерация.

Ароморфозы (арогенез) — крупные эволюционные изменения, ведущие к подъему уровня биологической организации, увеличению интенсивности процессов жизнедеятельности. Ароморфоз не является узким приспособлением к конкретным условиям среды. Это развитие у группы организмов принципиально новых признаков и свойств, позволяющих ей перейти в другую адаптивную зону. Примеры ароморфозов: появление автотрофного питания, аэробного дыхания, эукариотических клеток, полового размножения и т.д.

Идиоадаптации (аллогенез) — мелкие эволюционные изменения, приспособления к определенным условиям среды обитания без подъема Уровня биологической организации. Например, возникновение цветка является ароморфозом, количество лепестков и их окраска — идиоадаптации. Идиоадаптации к узким, ограниченным условиям среды приводят к специализации группы (термофильные бактерии, живущие в горячих источниках; специализация некоторых растений к определенным опылителям и др.

Общая дегенерация (катагенез) — эволюционные изменения, ведущие к

упрощению организации, образа жизни в результате приспособления к более простым условиям существования. Дегенерации, как правило, происходят при переходе к сидячему или паразитическому образу жизни, когда органы, потерявшие биологическое значение, исчезают (у ленточных червей утрачены некоторые органы чувств, пищеварительная система; у повилики — атрофия корней и листьев).

В процессе филогенеза происходит смена одного пути эволюции другим. Новые, более высокоорганизованные группы живых организмов возникают путем ароморфоза и при этом часто переходят в новую среду обитания (выход животных на сушу). Далее эволюция продолжается путем идиоадаптации, иногда дегенерации. Ароморфоз происходят значительно реже, чем идиоадаптации.

Происхождение человека

Ч. Дарвин о происхождении человека

Ч. Дарвин распространил на человека основные положения эволюционной теории и доказал его происхождение от «ниже стоящей животной формы».

Доказательства происхождения человека от животных:

1. Общие черты строения человека и животных. Человек имеет все признаки класса млекопитающих (внутриутробное развитие, диафрагму, млечные железы, зубы трех родов — коренные, клыки, резцы и т.д.). Кроме того, у человека имеются рудименты (копчик, аппендикс, третье веко) и атавизмы (рождение людей с хвостом, густым волосяным покровом тела, дополнительными сосками).

2. Сходство в развитии зародышей человека и животных.

3. Сходство человека и человекообразных обезьян.

На основании сравнительно-анатомических и эмбриологических данных Ч. Дарвин обосновал идею родства человека и человекообразных обезьян, имевших общего предка.

Движущими силами антропогенеза являются биологические факторы и социальные факторы. **Биологические факторы:** наследственность, изменчивость, борьба за существование и естественный отбор. **Социальные факторы:** трудовая деятельность, общественный образ жизни, речь и мышление.

На первых этапах антропогенеза естественный отбор имел решающее значение. Под его действием формировались морфологические особенности человека (мозг, кисти рук, прямохождение). В дальнейшем, овладев культурой изготовления орудий труда, воспроизводством пищи, устройством жилищ, человек изолировал себя от неблагоприятных климатических факторов настолько, что вышел из-под жесткого контроля естественного отбора и в значительной степени стал зависеть от социальных условий и воспитания. Вне человеческого общества само формирование человека стало невозможным.

В современном человеческом обществе естественный отбор, хотя и замедлил свое действие, идет на всех стадиях онтогенеза. Сохранил свое значение в человеческом обществе мутационный процесс. В некоторых районах нашей планеты частота мутаций даже увеличилась из-за загрязнения природы мутагенами.

Расы современного человека

Вид Человек разумный (*Homo sapiens*), к которому относятся современные люди, в настоящее время разделен на 3 или 5 больших рас. В первом случае это европеоидная (евразийская), монголоидная (азиатско-американская) и австрало-негроидная (экваториальная), во втором европеоидная, монголоидная, американская, австралоидная и негроидная расы. Внутри каждой из рас выделяют малые расы или подрасы. Расы появились в результате расселения и географической изоляции, видимо, популяций неантропов, живших в разных природно-климатических условиях. С формированием социальных взаимоотношений и ослаблением действия биологических факторов темпы эволюции человека как вида резко снизились и ни одна из рас не достигла

видового обособления.

Различия между расами заключаются в морфологических особенностях: цвет кожи, волос, глаз, форма носа, губ и т.д. Эти различия, скорее всего, связаны с адаптацией к условиям окружающей среды. Так, темная кожа негроидов предохраняла организм от ярких солнечных лучей, в шапке курчавых волос создаются воздушные прослойки, защищающие от жары. Светлая кожа европеоидов пропускает ультрафиолетовые лучи и этим предохраняет от рахита, узкий выступающий нос способствует согреванию вдыхаемого воздуха. Монголоидная раса характеризуется прямыми жесткими волосами, уплощенностью лица, уменьшающей возможность обморожения, сильно выдающимися скулами, наличием эпикантуса (складки в углу глаза) — адаптациями к суровому, с частыми пылевыми бурями климату Центральной Азии.

О единстве вида *Homo sapiens* свидетельствует то, что все расы человека равноценны в биологическом и психологическом отношении и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития. Представители всех рас в пределах нормы реакции способны к достижению больших высот в развитии культуры и цивилизации. Также о видовом единстве свидетельствуют неограниченные возможности скрещиваний с образованием плодovитого потомства.

МНОГООБРАЗИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Систематика, классификация и таксономия живых организмов настоящее время на Земле описано более 2,5 млн видов живых организмов. Однако реальное число видов на Земле в несколько раз больше, так как многие виды микроорганизмов, насекомых и др. не учтены. Кроме того, считается, что современный видовой состав — это лишь около 5% от видового разнообразия жизни за период ее существования на Земле.

Для упорядочения такого многообразия живых организмов служат систематика, классификация и таксономия. Систематика — раздел биологии, занимающийся описанием, обозначением и классификацией существующих и вымерших организмов по таксонам. Классификация — распределение всего множества живых организмов по определенной системе иерархически соподчиненных групп — таксонов. Таксономия — раздел систематики, разрабатывающий теоретические основы классификации. Таксон — искусственно выделенная человеком группа организмов, связанных той или иной степенью родства и, в то же время, достаточно обособленная, чтобы ей можно было присвоить определенную таксономическую категорию того или иного ранга. В современной классификации существует следующая иерархия таксонов: царство, отдел (тип в систематике животных), класс, порядок (отряд в систематике животных), семейство, род, вид. Кроме того, выделяют промежуточные таксоны: над- и подцарства, над- и подотделы, над- и подклассы и т.д.

От Аристотеля до Карла Линнея классификация была искусственной, так как в ее основе лежало не истинное родство организмов, а их сходство по некоторым признакам. Дарвин заложил основы естественной классификации, построенной на принципах общности происхождения организмов. Карл Линней ввел в науку бинарную номенклатуру, по которой название вида складывается из двух латинс-

ких слов. Первое обозначает название рода, второе — собственно вида (*Homo sapiens*).

Систематика существующих на Земле организмов постоянно изменяется и обновляется. В настоящее время систематика живых организмов представляется следующим образом.

Характеристика основных систематических групп организмов

I. Неклеточные формы. Царство Вирусы.

II. Клеточные формы.

1. Надцарство Прокариоты (Procariota):

- 1) царство. Бактерии (*Bacteria*, *Bacteriobionta*),
- 2) царство Археобактерии (*Archaeobacteria*, *Archaeobacteriobionta*),
- 3) царство Прокариотические водоросли:
 - а) отдел Синезеленые водоросли, или Цианеи (*Cyanobionta*),
 - б) отдел Прохлорофитовые водоросли или Прохлорофиты (*Prochlororhyta*).

По другой классификации в надцарстве Прокариоты выделяют одно царство Дробянки, которое включает три подцарства: Бактерии, Археобактерии и Цианобактерии.

2. Надцарство Эукариоты (Eucariota):

- 1) царство Растения (*Vegetabilia*, *Phitobiota* или *Plantae*):
 - а) подцарство Багрянки (*Rhodobionta*),
 - б) подцарство Настоящие водоросли (*Phycobionta*),
 - в) подцарство Высшие растения (*Embryobionta*);
- 2) царство Грибы (*Fungi*, *Mycobionta*, *Mycetalia* или *Mycota*):
 - а) подцарство Низшие грибы (одноклеточные) (*Muxobionta*),
 - б) подцарство Высшие грибы (многоклеточные) (*Mycobionta*);
- 3) царство Животные (*Animalia*, *Zoobionta*):
 - а) подцарство Простейшие, или Одноклеточные (*Protozoa*, *Protozoobionta*),
 - б) подцарство Многоклеточные (*Metazoa*, *Metazoobionta*).

Характеристике основных систематических групп организмов

Вирусы

Вирусы — внутриклеточные паразиты. Могут проявлять свойства живых организмов, только попав внутрь клетки. В отличие от объектов неживой природы они способны к размножению, обладают наследственностью и изменчивостью. В отличие от клеточных организмов вирусы не имеют клеточного строения, не проявляют обмена веществ и энергии (метаболизма), могут существовать только как внутриклеточные паразиты, не увеличиваются в размерах (не растут), имеют особый способ размножения, имеют только одну нуклеиновую кислоту либо ДНК, либо РНК.

Простые вирусы (например, вирус табачной мозаики) состоят из молекулы нуклеиновой кислоты и белковой оболочки — капсида. В зависимости от присутствующей в вирусе нуклеиновой кислоты различают РНК-содержащие и

ДНК-содержащие вирусы. Вирус подавляет существующие в клетке процессы транскрипции и трансляции. Он использует их для синтеза собственных нуклеиновой кислоты и белка, из которых собираются новые вирусы.

Прокариоты

Прокариоты (бактерии, архебактерии, цианобактерии) — одноклеточные организмы, не имеют ядра, область расположения ДНК в цитоплазме называется нуклеоид, единственная молекула ДНК замкнута в кольцо и не связана с белками, клетки меньше эукариотических, отсутствуют мембранные органеллы, их функции выполняют впячивания плазматической мембраны (мезосомы), рибосомы мелкие и т.д. Деление клеток осуществляется путем перетяжки (митоза и мейоза нет).

Архебактерии — древнейшие бактерии (метанообразующие и др., всего известно около 40 видов). Имеют общие черты строения прокариот, но значительно отличаются по ряду физиологических и биохимических свойств от эубактерий. Эубактерии — истинные бактерии, более поздняя форма в эволюционном отношении. Цианобактерии (цианеи, синезеленые водоросли) — фототрофные прокариотические организмы, осуществляющие фотосинтез подобно высшим растениям и водорослям с выделением молекулярного кислорода.

По форме клеток различают следующие группы бактерий: шаровидные — кокки, палочковидные — бациллы, дугообразно изогнутые — вибрионы, спиралеобразные — спириллы. Многие бактерии способны к самостоятельному движению за счет жгутиков или благодаря сокращению клеток. Бактерии — одноклеточные организмы. Некоторые способны образовывать колонии, но клетки в них существуют независимо друг от друга.

В неблагоприятных условиях некоторые бактерии способны образовывать споры за счет формирования плотной оболочки вокруг молекулы ДНК с участком цитоплазмы. Споры бактерий служат не для размножения как у растений и грибов, а для защиты организма от воздействия неблагоприятных условий (засухи, нагревания и др.).

По отношению к кислороду бактерии делят на аэробов (обязательно нуждающиеся в кислороде), анаэробов (погибающие в присутствии кислорода) и факультативные формы.

По способу питания бактерии делят на автотрофные (в качестве источника углерода используют углекислый газ) и гетеротрофные (используют органические вещества). Автотрофные в свою очередь подразделяют на фототрофов (используют энергию солнечного света) и хемотрофов (используют энергию окисления неорганических веществ). К фототрофам относят цианобактерии (синезеленые водоросли), которые осуществляют фотосинтез, как и растения, с выделением кислорода, и зеленые и пурпурные бактерии, которые осуществляют фотосинтез без выделения кислорода. Хемотрофы окисляют неорганические вещества: нитрифицирующие бактерии, азотфиксирующие бактерии, железобактерии, серобактерии и др.

Гетеротрофы делят на сапротрофов (используют органические вещества

мертвой массы) и паразитов (используют органические вещества живых организмов). Гетеротрофы могут окислять органические вещества при участии кислорода (дыхание) или в анаэробных условиях (брожение). Выделяют несколько типов брожения: спиртовое, молочнокислое, уксусное, маслянокислое и др.

Благодаря очень разнообразному метаболизму бактерии могут существовать в самых различных условиях среды: в воде, воздухе, почве, живых организмах. Велика роль бактерий в образовании нефти, каменного угля, торфа, природного газа, в почвообразовании, в круговоротах азота, фосфора, серы и других элементов в природе. Сапрофитные бактерии участвуют в разложении органических останков растений и животных и в их минерализации до CO_2 , H_2O , H_2S , NH_3 и других неорганических веществ. Вместе с грибами они являются редуцентами. Клубеньковые бактерии (азотфиксирующие) образуют симбиоз с бобовыми растениями и участвуют в фиксации атмосферного азота в минеральные соединения, доступные растениям. Сами растения такой способностью не обладают.

Человек использует бактерии в микробиологическом синтезе, в очистных сооружениях, для получения ряда лекарств (стрептомицин), в быту и пищевой промышленности (получение кисломолочных продуктов, виноделие).

Однако бактерии приносят не только пользу, но и вред. Бактерии-паразиты разрушают клетки хозяина или выделяют токсические вещества. Они являются возбудителями опасных инфекционных заболеваний, таких как чума, холера, дифтерия, дизентерия, туберкулез и др. Для борьбы с ними проводят вакцинации населения, дезинфекцию предметов, стерилизацию или пастеризацию воды и продуктов питания.

Грибы

Грибы выделяют в особое царство, насчитывающее около 100 тыс. видов. В отличие от растений они имеют гетеротрофный способ питания, запасное питательное вещество гликоген, наличие в клеточных стенках хитина. В отличие от животных грибы имеют неограниченный рост, поглощают пищу путем всасывания, размножаются с помощью спор, имеют клеточную стенку, не способны активно передвигаться.

Тело гриба — грибница (или мицелий) — система тонких ветвящихся нитей (гиф). Грибы делятся на низшие и высшие. Низшие грибы — одноклеточные организмы. У них все тело состоит из одной многоядерной клетки. Высшие грибы — многоклеточные организмы.

Грибы являются гетеротрофами. Пищеварение у них наружное — они выделяют гидролитические ферменты, расщепляющие сложные органические вещества, и всасывают продукты гидролиза всей поверхностью тела.

Большинство грибов способно размножаться как половым, так и бесполом путем. Бесполое размножение осуществляется почкованием, фрагментацией или образованием спор. Споры образуются внутри спорангиев или на концах гиф. При половом размножении происходит слияние мужских и женских гамет.

Шляпочные грибы состоят из грибницы и плодового тела, которое в свою очередь образовано пеньком и шляпкой. Шляпка и пенек состоит из плотно

прилегающих друг к другу нитей грибницы. Шляпочные грибы бывают съедобные и ядовитые. Съедобные грибы, белый гриб, подосиновик, подберезовик, рыжик, лисичка, груздь и др. Ядовитые грибы, мухомор, бледная поганка, ложный опенок, ложная лисичка и др. Употребление в пищу ядовитых грибов приводит к отравлениям, иногда со смертельным исходом. Старые съедобные грибы тоже могут быть ядовитыми.

Плесневые грибы имеют маленькие размеры, большую скорость размножения, неприхотливость к пище и среде обитания. Широко распространен плесневый гриб мукор (или белая плесень]. Это одноклеточный гриб, размножается спорами. Он образует пушистые плесневые налеты на хлебе, овощах, варенье.

Многие плесневые грибы наносят большой вред народному хозяйству: портят продукты питания, разрушают лесоматериалы и ткани, вызывают заболевания растений, животных и человека.

Другим представителем плесневых грибов является пеницилл. Это многоклеточный гриб, размножается спорами. Он образует зеленую плесень на пищевых продуктах. Пеницилл используют для получения пеницилина. Это первый открытый в медицине антибиотик. Пенициллин широко применяют как противовоспалительное средство для подавления жизнедеятельности болезнетворных бактерий.

Дрожжи — одноклеточные грибы, имеют сферическую форму, размножаются почкованием. Они поселяются на средах, богатых сахаром, и сбраживают его в спирт и углекислый газ. Эту способность дрожжей используют в хлебопечении, производстве спирта, виноделии, кондитерской промышленности.

Грибы часто способны вступать в симбиотические отношения с другими организмами. Симбиоз гриба с водорослью называется лишайник. Симбиоз гриба с корнями растений — микориза («грибкорень»). Такой союз выгоден обоим партнерам: гриб получает готовые органические вещества из растения, а растение более эффективно поглощает питательные вещества из почвы.

Грибы-паразиты вызывают такие заболевания растений как головня, спорынья, ржавчина, мучнистая роса. Размножающиеся спорами грибы распространяются очень быстро и наносят большой ущерб сельскому хозяйству. Для лесного хозяйства вреден гриб-трутовик, вызывающий повреждения и гибель деревьев. Ряд грибов-паразитов вызывают заболевание человека (микозы, стригущий лишай, парша).

Грибы-сапрофиты играют важную роль в круговороте веществ в природе, минерализуя органические остатки отмерших растений и животных. Вместе со многими бактериями они являются редуцентами.

Растения

Растения — это эукариотические автотрофные фотосинтезирующие организмы. Царство растений насчитывает около 500 тыс. видов. Растения являются продуцентами органических веществ и основным источником энергии для других живых организмов. Любые пищевые цепи начинаются с зеленых растений. Они же определяют характер биоценоза, защищают почву от эрозии. Растения служат источником кислорода воздуха и оказывают значительное

влияние на климат Земли. Человек использует около 1,5 тыс. видов культурных растений как пищевые, технические и лекарственные ресурсы. Продукты питания растительного происхождения обеспечивают организм человека белками, жирами, углеводами и витаминами. Растения вырабатывают фитогормоны (вещества, способные усиливать физиологические процессы) и фитонциды (вещества, способные угнетать рост микроорганизмов или убивать их).

Царству Растения присущ ряд отличительных признаков:

1. Автотрофный (фототрофный) тип питания. Встречаются также виды с миксотрофным (насекомоядные растения) и гетеротрофным (растения-паразиты) питанием.
2. Специфические черты в организации растительной клетки: окружена клеточной стенкой, образованной целлюлозой; имеет пластиды; содержит крупные вакуоли; основным запасным веществом является крахмал.
3. Неподвижный, в основном прикрепленный, образ жизни. Поэтому растения не имеют костей, мышечной и нервной систем. Движения растений связаны с перемещением их частей тела: ростовые движения корней и стеблей, движение листьев в зависимости от времени суток и освещенности и др.
4. Рост возможен в течение всей жизни и осуществляется; только в определенных участках тела. Тело большинства растений в той или иной степени ветвится.
5. Чередование гаплоидной (гаметофит) и диплоидной (спорофит) фаз развития.
6. Практически нет специальных экскреторных органов.
7. Расселение происходит спорами и семенами, находящимися в состоянии покоя.

Растения делят на низшие и высшие. У низших растений тело (слоевидное или таллом) не расчленено на ткани и органы. К ним относятся Красные водоросли (Багрянки), Настоящие водоросли и Лишайники. У высших растений тело разделено на органы (корень, стебель, лист), образованные дифференцированными тканями. К высшим растениям относятся Моховидные, Плауновидные, хвощевидные, Папоротниковидные, Голосеменные и Покрытосеменные (Цветковые). Четыре первых отдела расселяются при помощи спор (споровые), два последних — при помощи семян (семенные).

Животные

Животные — это эукариотические гетеротрофные организмы. Их описано более 2,0 млн. видов.

Царству Животные присущ ряд отличительных признаков:

1. Гетеротрофный тип питания: у большинства голозойное, у некоторых осмотрофное.
2. Специфические черты в организации животной клетки: не имеет клеточной стенки (поэтому может принимать различную форму), система вакуолей не развита, имеются центриоли, многие клетки снабжены ресничками или жгутиками, основное запасное вещество — гликоген.
3. Четыре типа тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная и нервная.
4. В основном подвижный образ жизни, что связано с развитием опорно-

двигательной и нервной систем.

5. Имеются экскреторные органы и выделяются азотсодержащие продукты жизнедеятельности (аммиак, мочеви́на, мочева́я кислота и др.).
6. Для высших характерны сложные поведенческие реакции. Высокоорганизованные формы способны осуществлять процессы высшей нервной деятельности.
7. У большинства имеются нервная и гуморальная системы регуляции (у растений только гуморальная).
8. Имеется защитная (иммунная) система.
9. Рост диффузный (т.е. рост всей поверхности, а не за счет определенных ростовых точек) и ограниченный.
10. Жизненные циклы проще, чем у растений. Гаплоидная стадия представлена только гаметами (за исключением споровиков и фораминифер).

Царство Животные делят на два подцарства: Одноклеточные и Многоклеточные.

Подцарство Одноклеточные включает типы: Саркомастигофора (классы Саркодовые и Жгутиконосцы), Инфузории (класс Ресничные инфузории), Апикомплекса (класс Споровики).

Подцарство Многоклеточные включает типы: Кишечнополостные (классы Гидроидные, Сцифоидные и Коралловые полипы), Плоские черви (классы Сосальщико́е, Ленточные черви, Ресничные черви), Круглые черви (класс Собственно круглые черви, или Нематоды), Кольчатые черви (классы Малощетинковые, Многощетинковые и Пиявки), Моллюски (классы Брюхоногие, Двустворчатые, Головоногие), Членистоногие (классы Ракообразные, Паукообразные и Насекомые), Хордовые. Тип Хордовые делят на три подтипа: Оболочники (класс Асцидии), Бесчерепные (класс Ланцетники), Позвоночные (классы Хрящевые рыбы, Костные рыбы, Земноводные (Амфибии), Пресмыкающиеся (Рептилии), Птицы, Млекопитающие).

Ткани, органы, регуляция жизнедеятельности

Изучением организма человека и его здоровья занимаются такие биологические науки как анатомия, физиология, гигиена, валеология и др. **Анатомия** — наука о строении и форме организма, его органов и их систем. **Физиология** — наука о функциях целого организма, его органов и их систем. **Гигиена** — наука о влиянии условий жизни и труда на здоровье человека. **Валеология** — наука о сохранении и укреплении здоровья. В развитие этих наук внесли вклад Н.И. Пирогов, И.М. Сеченов, И.П. Павлов, С.П. Боткин, В.М. Бехтерев и др.

Ткани

Ткань — совокупность клеток, сходных по строению, функциям и происхождению, а также связанное с ними межклеточное вещество. У человека различают 4 основных вида тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Эпителиальные ткани покрывают поверхность тела, выстилают изнутри полые органы и стенки полостей тела, образуют железы. Эпителиальные ткани содержат мало межклеточного вещества и не имеют сосудов. Различают однослойный, многослойный и железистый эпителии.

Однослойный эпителий может быть плоским (серозные оболочки), кубическим (почечные канальцы), цилиндрическим (эпителий кишечника), многорядным мерцательным, имеющим реснички (воздухоносные пути).

Многослойный эпителий бывает ороговевающим (эпидермис кожи), неороговевающим (роговица глаза) и переходным (мочевой пузырь).

Железистый эпителий образует железы (поджелудочная железа, печень, слюнные и потовые железы и др.).

Эпителиальные ткани выполняют следующие функции: защитную, секреторную, выделительную, обмена веществ между организмом и внешней средой.

Соединительные ткани имеют хорошо развитое межклеточное вещество. Различают несколько видов соединительных тканей,

Рыхлая волокнистая соединительная ткань представлена волокнами, расположенными рыхло и лежащими в разных направлениях. Сопровождает сосуды, нервы, образует строуму органов, формируя их мягкий скелет.

Плотная волокнистая соединительная ткань образует сетчатый слой кожи, формирует сухожилия мышц, связки, перепонки, фасции, голосовые связки, часть оболочек органов, эластические мембраны сосудов.

Жировая ткань расположена в подкожном жировом слое, сальнике, брыжейке кишечника, в жировой капсуле почек.

Хрящевая ткань состоит из клеток и плотного межклеточного вещества, состоящего из аморфного вещества и волокон.

Костная ткань включает клетки и межклеточное вещество, имеющее форму пластинок, пропитанных минеральными солями. Совместно с хрящевой тканью придает прочность позвоночнику и другим частям скелета.

Ретикулярная ткань образует кроветворные органы {красный костный мозг, лимфатические узлы, селезенку).

Кровь и лимфа имеют межклеточное вещество жидкой консистенции, где во взвешенном состоянии находятся клеточные элементы.

Соединительные ткани выполняют следующие функции: трофическую (связанную с участием клеток в обмене веществ), защитную (фагоцитоз, выработка иммунных тел), механическую (образуют строму органов, фасции, связки, скелет), пластическую (участвуют в процессах регенерации, заживлении ран), гомеостатическую (обеспечивают поддержание постоянства внутренней среды организма).

Мышечные ткани обладают свойствами сократимости и возбудимости и обеспечивают двигательные процессы в организме. Клетки мышечных тканей в цитоплазме имеют микронити, способные к сокращению. У человека имеется 3 вида мышечной ткани: поперечно-полосатая (скелетная), гладкая и сердечная.

Скелетная (поперечно-полосатая) мышечная ткань образует скелетные мышцы, мышцы языка, мягкого неба, глотки, верхней части пищевода, гортани и др. Она представлена крупными многоядерными клетками длиной до 10-12 см, называемыми мышечными волокнами. В цитоплазме этих клеток содержится сократительный аппарат в виде миофибрилл. Миофибриллы содержат множество волоконцев —миофиламентов. Более тонкие миофиламенты состоят из белка актина, более толстые — из белка миозина. При сокращении мышечного волокна нити актина скользят между нитями миозина, что приводит кукорочению волокна.

Гладкая мышечная ткань входит в состав стенок внутренних органов и кровеносных сосудов. Ее клетки небольшие, одноядерные, имеют веретенообразную форму. В цитоплазме присутствуют миофибриллы, способные к сокращению.

Сердечная мышечная ткань входит в состав сердца. Сердечная мышца образована поперечно-полосатой мышечной тканью особого строения. В ней соседние мышечные волокна связаны между собой цитоплазматическими мостиками. Сердечная мышца способна быстро сокращаться.

Гладкие мышцы сокращаются медленно, непроизвольно, мало утомляются. Поперечно-полосатые мышцы сокращаются быстро, произвольно, быстро утомляются.

Нервная ткань образована нервными клетками (нейронами) и нейроглией. Нейроны состоят из тела и отростков: одного длинного неветвящегося аксона (проводит нервный импульс от тела клетки) и коротких ветвящихся дендритов (проводят нервный импульс к телу клетки). Аксоны покрыты светлой миелиновой оболочкой и образуют белое вещество. Тела нейронов и дендриты образуют серое вещество.

Нейроны делятся на чувствительные, двигательные и вставочные. Чувствительные нейроны передают возбуждение от органов чувств в спинной и головной мозг. Двигательные (исполнительные) передают возбуждение от головного и спинного мозга к мышцам и внутренним органам. Связь между ними осуществляют вставочные нейроны, располагающиеся в спинном и головном

мозге.

Нервные отростки формируют нервные волокна. Пучки нервных волокон образуют нервы. Нервы делятся на чувствительные, двигательные и смешанные. Дендриты чувствительных нейронов образуют чувствительные нервы, а аксоны двигательных нейронов — двигательные нервы. Однако большинство нервов являются смешанными.

Органы и системы органов

Орган — часть организма, имеющая определенную форму, строение и место и выполняющая одну или несколько функций. Каждый орган образован несколькими тканями, но одна из них всегда преобладает и определяет его главную функцию. В каждом органе всегда есть нервная и соединительная ткани (нервы, кровеносные и лимфатические сосуды).

Система органов — совокупность органов, совместно выполняющих определенные функции. В организме человека различают следующие системы органов: опорно-двигательную, пищеварительную, дыхательную, выделительную, кровеносную, лимфатическую, нервную, органов чувств, желез внутренней секреции, половую. Функциональная система — органы и системы органов, временно объединенные для достижения какого-либо результата. Например, при беге задействованы опорно-двигательная, дыхательная, кровеносная и другие системы.

Нервная и гуморальная регуляции деятельности организма

Организм функционирует как единое целое. Существует два способа регуляции деятельности организма: нервная и гуморальная.

Гуморальная (жидкостная) регуляция осуществляется с помощью химических веществ (гормонов, медиаторов, ионов, продуктов обмена) через жидкие среды организма (кровь, лимфу, межклеточную жидкость). Гуморальная регуляция осуществляется с помощью биологически активных веществ. Биологически активные вещества — химические вещества, очень малые концентрации которых способны оказывать значительное физиологическое действие. Их вырабатывают специальные органы — железы.

Нервная регуляция осуществляется при помощи нервных импульсов по мембранам нервных клеток. Это эволюционно более поздний способ регуляции. Он является более быстрым и более точным.

В организме механизмы нервной и гуморальной регуляции тесно взаимодействуют между собой, и осуществляются одновременно.

Генетические факторы

При всей значимости влияния внешней среды роль наследственных факторов для здоровья человека часто оказывается определяющей. Если другие факторы риска человек может избежать, то наследственность человека — его фатум, его судьба. Условия среды могут лишь изменить потенциал человека в рамках «норм реакций», в пределах геномных законов реагирования, но не изменить сам геном.

Генотип человека детерминирует его морфофункциональную конституцию,

преобладание тех или иных нервных и психических процессов, степень предрасположенности к тем или иным заболеваниям и др. В том числе, в наследственности человека, по-видимому, заложено такое свойство как «жизненность», которая отражает плодовитость и долголетие особи. Именно этим свойством объясняется так называемый «парадокс долгожителей», когда даже при наличии множественных патоморфологических нарушений в органах и тканях некоторые люди живут долго и имеют высокую работоспособность.

Конституцией человека во многом детерминированы доминирующие потребности человека, жизненные установки, его способности, интересы, желания, предрасположенность к алкоголизму и другим вредным привычкам и т.д.

Генотип, наследуемый ребенком от родителей, формируется на протяжении жизни многих поколений. На него воздействуют огромное количество факторов среды: физических, химических, биологических, социальных и пр. По объекту воздействия их можно разделить на три группы:

1. Воздействия на ряд предшествующих поколений. В этом случае особое значение имеют состояние окружающей среды, географические факторы, национальные, религиозные, этнические и семейные обычаи и традиции и т.д.

2. Воздействия на хромосомы будущих родителей. Преимущественное значение имеет образ жизни будущих родителей, так как именно он обуславливает благоприятное или отрицательное влияние на хромосомы половых клеток или зародыша.

3. Воздействия на хромосомы зародыша в период его внутри утробного развития. Генный аппарат особенно ранним на раннем эмбриональном этапе развития, когда генетическая программа реализуется в виде закладки основных функциональных систем организма.

Все возрастающее количество и увеличение интенсивности воздействия негативных факторов приводит к росту наследственных заболеваний. Наиболее часто наследственные нарушения обуславливаются образом жизни будущих родителей или беременной. Женщина в период беременности часто подвергается воздействию целого ряда негативных факторов, ведущему к нарушению нормального развития плода: недостаток двигательной активности, переедание, психические перегрузки социального, профессионального и бытового характера, вредные привычки и т.д.

Все заболевания, связанные с генетическими факторами, можно условно разделить на три группы:

1. Наследственные заболевания прямого эффекта (в том числе врожденные), когда ребенок рождается уже с признаками нарушений: гемофилия, дальтонизм, фенилкетонурия, болезнь Дауна и др.

2. Наследственные заболевания, опосредованные воздействием внешних факторов: некоторые виды нарушений обмена веществ (отдельные виды сахарного диабета, подагра), психические расстройства и др.

3. Заболевания, связанные с наследственной предрасположенностью: атеросклероз, гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, язвенная болезнь, бронхиальная астма и др. В структуре наследственной патологии преимущественное место принадлежит заболеваниям, относящимся ко второй и

третьей трупам, то есть связанным с образом жизни и со здоровьем будущих родителей и матери в периоде беременности.

Таким образом, не вызывает сомнения значительная роль наследственных факторов в обеспечении здоровья человека. В то же время разумный образ жизни может снизить риск их негативного влияния на здоровье человека.

Состояние окружающей среды

К факторам внешней среды, оказывающим влияние на организм, следует отнести: характер пищи, энергетические воздействия {включая Физические поля), динамический и химический характер атмосферы, водный компонент, биологические воздействия, сбалансированность и стабильность климатических и ландшафтных условий; ритмы природных явлений и др.

С момента своего появления на Земле человек постоянно сталкивается с необходимостью борьбы за жизнь, с неблагоприятными условиями природы, со стихийными факторами, с непредсказуемостью даже ближайшего будущего.

Овладев культурой изготовления орудий труда, воспроизводством пищи, устройством жилищ, человек в значительной степени изолировал себя от неблагоприятных факторов среды. При этом запросы человека постоянно росли, что требовало расширения и интенсификации производства. Человек все меньше применял свою мускульную энергию, но все больше использовал природные материалы и источники энергии. Такое положение, с одной стороны, в значительной степени оградило человека от многих факторов риска, но с другой стороны породило целый ряд новых.

Окружающая среда с ее физическими, химическими, климатическими, биологическими и другими параметрами, с точки зрения эволюции биологических видов, относительно консервативна. Темпы ее изменения позволяли живым организмам успевать приспосабливаться к новой обстановке. Ситуация изменилась с появлением человека. Человек не столько приспосабливался к природе, сколько сам преобразовывал ее «под себя». Причем темпы этих преобразований с каждым годом все нарастают. Помимо положительного для человека эффекта, все сильнее становятся заметны негативные последствия его деятельности. Они проявляются в истощении природных ресурсов, загрязнении природных компонентов (воды, воздуха, почв, биоты), разрушении озонового экрана, глобальном потеплении климата и т.д.

Деятельность человека по преобразованию природы привела к возникновению относительно новых для него же условий существования. Появились, так называемые, «вторая природа» и «третья природа». «Вторая природа» — изменения природной среды, искусственно вызванные людьми и характеризующиеся отсутствием самоподдержания, то есть постепенно разрушающиеся без поддерживающего влияния человека (пашни, лесопосадки, искусственные водоемы и др.). «Третья природа» — искусственный мир, созданный человеком и не имеющий вещественно-энергетической аналогии в естественной природе (города, внутреннее пространство помещений, асфальт, бетон, синтетика и др.).

В результате окружающая человека природная и искусственная среда стала меняться столь быстро, что организм человека зачастую уже просто не успевает адаптироваться ко многим переменам. Это привело к изменению в структуре заболеваемости и массовому появлению новых болезней.

Одним из выходов из сложившейся ситуации называют коэволюцию, то есть совместную эволюцию, человека и природы, смысл которой в снижении масштабов и темпов человеческой деятельности по изменению условий окружающей природной среды, чтобы человек (да и другие живые организмы) успевал приспособливаться к меняющимся условиям обитания.

Медицинское обеспечение

На первый взгляд доля ответственности здравоохранения за обеспечение здоровья (10—15 %) кажется неожиданно низкой. А ведь именно с ним большинство людей связывает свои надежды на здоровье. Такой подход обусловлен прежде всего тем, что о здоровье человек чаще всего вспоминает тогда, когда уже болен. Выздоровление же, естественно, он связывает именно с медициной. Однако при этом человек не задумывается над тем, что врач занимается не охраной здоровья, а лечением болезни.

В лечении врач использует не стратегический подход — достижение здоровья, а тактический — устранение острых явлений. Основные усилия он направляет на устранение явлений, выражающихся в определенной симптоматике: боль, нарушения функций, психические нарушения и т.д. При этом совершенно игнорируется то обстоятельство, что именно симптом отражает адаптивную реакцию организма в новых условиях, направленную на нормализацию своего состояния. Добиваясь временного (часто — субъективного) облегчения у больного за счет устранения симптома, врач не устраняет причину, его вызвавшую, и тем самым загоняет болезнь «внутрь», провоцируя ее дальнейшее развитие и переход в хроническую форму.

В традиционной медицине основными средствами лечения являются фармакология, покой и скальпель. Каждое из них имеет и свои преимущества, и свои недостатки. Для критических состояний, сильных обострений, ранений, реанимации, разумеется, требуется использование тех средств, которые дают быстрое устранение острых явлений. Это прежде всего фармакологические и операционные воздействия. Большинство фармакологических препаратов отличается сильным действием и максимально активизирует организм на борьбу за выживание. Понятно, что подобная мобилизация ресурсов организма может носить лишь временный характер с обязательным последующим восстановлением резервного потенциала. Однако для длительного применения такая фармакология непригодна, так как, с одной стороны, не позволяет восстановить функциональные резервы, с другой — являясь токсичной, ведет к алергизации и другим лекарственным заболеваниям. Причем в наибольшей степени это относится к искусственно синтезированным лекарственным веществам, так как природные обладают более мягким действием.

Такое положение вещей становится понятно с эволюционных позиций, Синтетические препараты несут организму информацию чужеродную, с которой

он в процессе эволюции не сталкивался. Природные вещества относятся к тем, которые сами способствовали эволюции, поэтому их информационное содержание соответствует механизмам жизнедеятельности организма. Поэтому длительное консервативное лечение фармакологическими препаратами, особенно синтетического происхождения, оставляет след не только в виде перенесенного заболевания, но и самого лечения. В первую очередь от этого страдают печень, желудочно-кишечный тракт, дыхательная система, железы внутренней секреции. В конечном же итоге это приводит к нарушению обмена веществ в организме в целом.

Покой при острых состояниях организма является обязательным условием полноценного использования резервов организма для борьбы с болезнью. Однако он не может быть рекомендован после устранения этих явлений и тем более при хронических нарушениях. Мышечный покой ведет к уменьшению кровоснабжения жизненно важных систем организма, в том числе и к патологически измененным тканям, снижению функциональных резервов, развитию атрофии и (или) дистрофии тканей, медленному течению регенерации и т.д. Вместе с тем оптимальное использование функциональных средств и методов позволяет значительно ускорить восстановление организма даже после острых состояний, грозивших жизни, и серьезных хирургических вмешательств. функциональная терапия, мобилизуя резервы организма, по принципу избыточного восстановления ведет к росту функциональной способности организма.

Таким образом, существующие в настоящее время принципы лечения, как правило, основаны на грубом вмешательстве в нормальное течение физиологических процессов, и не используют собственных адаптационных возможностей организма. Это объясняет низкую эффективность такого лечения и низкую степень зависимости здоровья современного человека от медицинского обеспечения. В связи с этим слова Гиппократова «медицина часто успокаивает, иногда облегчает, редко — лечит», к сожалению, во многих случаях актуальны и поныне.

Условия и образ жизни

В последнее время стало понятно, что одна только медицина не может справиться с растущей патологией у населения. Доля влияния здравоохранения на здоровье человека составляет 10—15 %, в то время как условия и образ жизни составляет более 50 % этого влияния. В связи с этим возрос интерес к здоровому образу жизни, как среди специалистов, так и широких кругов населения. Происходит осознание тезиса: искусство продлить жизнь — это искусство не укорачивать ее. Становится ясно, что болезни современного человека обусловлены, прежде всего, его образом жизни и повседневным поведением. Здоровый образ жизни необходимо рассматривать как основу профилактики заболеваний,

При определении здорового образа жизни необходимо учитывать два фактора — генетическую природу данного человека и ее соответствие конкретным условиям жизнедеятельности. Здоровый образ жизни есть способ

жизнедеятельности, соответствующий генетически обусловленным особенностям данного человека, конкретным условиям жизни и направленный на формирование, сохранение и укрепление здоровья, на полноценное выполнение человеком его социально-биологических функций.

Обязательным является учет индивидуальности каждого человека. Здоровых образов жизни должно быть столько, сколько существует людей. В организации здорового образа жизни для конкретного человека необходимо учитывать следующие факторы:

- индивидуальные наследственные особенности человека (морфофункциональный тип, тип высшей нервной деятельности, преобладающий механизм вегетативной нервной регуляции и т.д.);
- природно-экологические и социально-экологические условия среды жизни человека (конкретные условия жизни, в которых осуществляется семейно-бытовая и профессиональная деятельность);
- возрастную и половую принадлежность человека и социально-экономические условия жизни (семейное положение, профессию, традиции, условия труда и быта, материальное обеспечение и т.д.);
- личностно-мотивационные особенности человека (его жизненные установки и степень их ориентации на здоровье и здоровый образ жизни).

Структура здорового образа жизни должна включать следующие факторы:

- оптимальный двигательный режим;
- тренировку иммунитета и закаливание;
- рациональное питание;
- психофизиологическую регуляцию;
- психосексуальную и половую культуру;
- рациональный режим жизни; III отсутствие вредных привычек;
- валеологическое самообразование.

Здоровый образ жизни позволяет решить следующие задачи:

- снижает или устраняет воздействие факторов риска, заболеваемость и как результат — уменьшает затраты на лечение;
- способствует тому, что жизнь человека становится более здоровой и долгой;
- обеспечивает хорошие взаимоотношения в семье, здоровье и счастье детей;
- является основой удовлетворения потребности человека в самореализации, обеспечивает высокую социальную активность и социальный успех;
- обуславливает высокую работоспособность организма, снижение усталости на работе, высокую производительность труда и на этой основе — высокий материальный достаток;
- позволяет отказаться от вредных привычек, рационально организовать и распределять время с обязательным использованием средств и методов активного отдыха;
- обеспечивает жизнерадостность, хорошее настроение и оптимизм.

Особую важность имеет формирование здорового образа жизни у детей, пока их нервная система более пластична, а жизненные установки еще недостаточно прочны, В этот период необходимо вырабатывать у детей ориентацию их

жизненных интересов на здоровый образ жизни.

Доминирующие факторы риска и их проявления в современном обществе

Первобытный человек был практически незащищен от действия лимитирующих факторов среды. Продолжительность его жизни была небольшой, а плотность популяции весьма низкой. Главными из ограничивающих факторов были недоедание, гипердинамия и инфекционные болезни.

Чтобы выжить человек старался оградить себя от воздействия неблагоприятных факторов окружающей природной среды. Для этого он создал искусственную среду своего обитания. Но и здесь действуют свои факторы риска. Особенно остро они проявляются в городской среде. В современном обществе доминирующими стали такие факторы риска как гиподинамия, переедание, вредные привычки, стрессы, загрязнение окружающей среды.

В настоящее время негативное воздействие окружающей человека среды проявляется в развитии следующих процессов: нарушение биоритмов (в частности сна), аллергизация населения, рост онкологической заболеваемости, рост доли лиц с избыточным весом, рост доли рождения недоношенных детей, акселерация, «омоложение» многих форм патологии, абиологическая тенденция в организации жизни (курение, наркомания, алкоголизм и пр.), рост близорукости, возрастание удельного веса хронических заболеваний, развитие профессиональных заболеваний и т.д.

Нарушение биологических ритмов связано, прежде всего, с появлением искусственного освещения, продлившего световой день и изменившего общий ритм жизни. Часто ритмы становятся асинхронными, что приводит к развитию заболеваний. Возросший темп жизни, переизбыток информации, постоянные стрессы стали причинами учащения расстройств сна. Наиболее часто встречающимся расстройством является **бессонница** — нарушение, связанное с трудностью засыпания, частыми пробуждениями или короткой продолжительностью сна. Противоположного характера трудности испытывают больные нарколепсией. Эти люди часто испытывают сонливость и засыпают неожиданно среди дня. Эти эпизоды внезапного сна наступают помимо воли человека. Еще одно расстройство сна — ночное апноэ. Это временная задержка дыхания, вызванная закрытием воздухоносных путей в результате расслабления мышц корня языка и горла и последующий резкий вдох, сопровождающийся кратковременным пробуждением и характерным всхрапыванием. Одной из причин часто является ожирение.

Аллергизация населения связана с ослаблением иммунной системы человека (снижением сопротивляемости организма) и с воздействием на нее новых искусственных загрязняющих веществ, к действию которых она не адаптирована. В результате у человека развиваются такие заболевания как бронхиальная астма, крапивница, лекарственная аллергия, ревматизм, волчанка красная и др. Аллергия определяет как извращенная чувствительность или реактивность организма к тому или иному веществу, так называемому аллергену. Аллергены по отношению к организму бывают внешние (экзоаллергены) и внутренние (аутоаллергены). Экзоаллергены могут быть инфекционными (болезнетворные и неболезнетворные

микробы, вирусы и др.) и неинфекционными (домашняя пыль, шерсть животных, пыльца растений, лекарственные препараты, другие химические вещества — бензин, хлорамин и т.п., а также продукты питания — мясо, овощи, фрукты, ягоды, молоко и др.). Аутоаллергенами могут являться кусочки тканей, поврежденные при ожоге, лучевом воздействии, обморожении или ином воздействии.

Рост онкологической заболеваемости. Онкологические заболевания вызваны развитием опухолей. Опухоли (греч. «опкос») — новообразования, избыточные патологические разрастания тканей. Они могут быть доброкачественными — уплотняющими или раздвигающими окружающие ткани, и злокачественными (раковыми) — прорастающими в окружающие ткани и разрушающими их. Разрушая сосуды, они попадают в кровь и разносятся по всему организму, образуя так называемые метастазы. Доброкачественные опухоли метастазов не образуют.

Онкологические заболевания возникают в результате воздействия на организм человека канцерогенных веществ, опухолеродных вирусов или жесткого излучения (ультрафиолетового, рентгеновского, гамма-излучения). Канцерогены (греч. «рождающие рак») — химические соединения, способные вызвать злокачественные и доброкачественные новообразования в организме при воздействии на него. По характеру действия они разделяются на три группы: 1) местного действия; 2) органотропные, т.е. поражающие определенные органы; 3) множественного действия, вызывающие опухоли в разных органах. К канцерогенам относятся многие циклические углеводороды, азоокрасители, алкалирующие соединения. Они содержатся в загрязненном промышленными выбросами воздухе, в табачном дыме, каменноугольной смоле и саже. Многие канцерогенные вещества оказывают еще и мутагенное воздействие на организм. В экономически развитых странах смертность от рака стоит на втором месте после сердечно-сосудистых заболеваний.

Рост доли лиц с избыточным весом связан с переизбытком, рационом и ритмом питания, низкой физической активностью. В то же время наблюдается рост в популяции доли представителей противоположного астенического типа. Последняя тенденция значительно слабее. И то и другое влечет за собой целый ряд патогенных последствий.

Рост доли рождения недоношенных (физически незрелых) детей связан с нарушениями в генетическом аппарате и просто с ростом адаптируемости к изменениям среды. Физиологическая незрелость является результатом резкого дисбаланса со средой, которая слишком стремительно трансформируется. Она может иметь далеко идущие последствия, в том числе привести к акселерации и другим изменениям в росте человека.

Акселерация — это увеличение размеров тела и значительный сдвиг во времени в сторону более раннего полового созревания. В качестве причины называют улучшение условий жизни, в первую очередь, хорошее питание, снявшее проблему недостатка пищевых ресурсов как лимитирующего фактора.

Она проявляется в ускорении психического и физического развития детей. Взрослый человек в наше время на 10 см выше, чем 100 лет назад. Наблюдается

ускорение темпов полового созревания. Акселерация связана с изменением социальных условий, характером питания, с миграцией населения и повышением возможности смешения рас и народностей. Вероятно и влияние физических факторов: изменение солнечной активности, повышение радиационного фона, насыщенность атмосферы электромагнитными колебаниями от растущей сети радио и телевидения.

Инфекционная заболеваемость тоже неискоренена. Количество людей, пораженных малярией, гепатитом, ВИЧ и многими другими болезнями, исчисляется огромными цифрами. Многие медики считают, что следует говорить не о «победе», а лишь о временном успехе в борьбе с этими болезнями. История борьбы с инфекционными болезнями очень коротка, а непредсказуемость изменений в окружающей среде (особенно, в городской) может свести на нет эти успехи. По этой причине «возврат» инфекционных агентов фиксируется среди вирусов. Многие вирусы «отрываются» от природной основы и переходят в новую стадию, способную жить в среде обитания человека, — становятся возбудителями гриппа, вирусной формы рака и других болезней. Возможно, такой формой является ВИЧ.

Абиологические тенденции, под которыми понимаются такие черты образа жизни человека, как гилодинамика, курение, алкоголизм, наркомания и др., тоже являются причиной многих заболеваний — ожирение, рак, кардиологические болезни и др.

Таким образом, здоровье и благополучие человека зависят от решения множества проблем (экологических, медицинских, экономических, социальных и др.), прежде всего, таких как перенаселение Земли в целом и отдельных регионов, ухудшение среды жизни городов и сельской местности.

Общая экология

Экология (от греч. oikos — дом, жилище и logos — учение) — наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания. Термин экология впервые ввел немецкий биолог Э. Геккель (1866).

Экология возникла как часть биологии. В настоящее время экология распалась на ряд научных дисциплин, часто далеких от первоначального ее понимания.

В узком смысле **экология (биоэкология)** — одна из биологических наук,

изучающая отношения организмов (особей, популяций, сообществ) между собой и окружающей средой. Предметом изучения биоэкологии (общей экологии) являются объекты организменного, популяционно-видового, биоценотического и биосферного уровней организации в их взаимодействии с окружающей средой. В связи с этим выделяют следующие разделы экологии: экология особей (аутэкология, факториальная экология), экология популяций (демэкология, популяционная экология), экология сообществ (синэкология). С биоэкологией тесно связано учение о биосфере. Задачи биоэкологии — изучение двусторонних связей в системах организм — среда, популяция — среда, сообщество — среда, а также связей между особями в популяции и популяциями в сообществе. С другой стороны, часто выделяют экологию прокариот, грибов, растений, животных, человека.

В широком смысле **экология (глобальная экология)** — комплексная (междисциплинарная) наука, синтезирующая данные естественных и общественных наук о природе и взаимодействии природы и общества. Задачи глобальной экологии — изучение законов взаимодействия природы и общества и оптимизация этого взаимодействия. Экология является теоретическим фундаментом рационального природопользования и охраны природы.

Экология особей

Среды жизни и экологические факторы

Среда обитания — это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определенное воздействие. На нашей планете живые организмы освоили 4 среды обитания: водную, наземно-воздушную, почвенную и организменную. Водная среда была первой. Затем живые организмы освоили наземно-воздушную среду, создали и заселили почву. Под почвенной средой обитания подразумевают не только собственно почву, но и горные породы поверхностной части литосферы. Организменную среду освоили паразиты и симбионты.

Водная среда жизни самая древняя. Освещенность убывает с глубиной. При погружении на каждые 10 м давление возрастает на 1 атмосферу. Дефицит кислорода. Степень солености возрастает при переходе от пресных вод к морским и океаническим. Относительно однородная (гомогенная) в пространстве и стабильная во времени. Адаптации живых организмов к водной среде обитания следующие: обтекаемая форма тела, плавучесть, слизистые покровы, развитие воздухоносных полостей, осморегуляции,

Почвенная среда жизни создана живыми организмами. Осваивалась одновременно с наземно-воздушной средой. Дефицит или полное отсутствие света. Высокая плотность. Четырехфазная (фазы: твердая, жидкая, газообразная, живые организмы). Неоднородная (гетерогенная) в пространстве. Во времени условия более постоянны, чем в наземно-воздушной среде обитания, но более динамичны, чем в водной и организменной. Адаптации живых организмов к почвенной среде обитания следующие: форма тела вальковатая, слизистые покровы или гладкая поверхность, у некоторых имеется копателный аппарат, развитая мускулатура. Для многих групп характерны микроскопические или

мелкие размеры как приспособление к жизни в пленочной воде или в воздухоносных порах.

Наземно-воздушная среда жизни разреженная. Обилие света и кислорода. Гетерогенная в пространстве. Очень динамичная во времени. Адаптации живых организмов к наземно-воздушной среде обитания следующие: выработка опорного скелета, механизмов регуляции гидротермического режима, освобождение полового процесса от жидкой среды.

Организменная среда жизни очень древняя. Жидкая (кровь, лимфа) или твердая, плотная (ткани). Наибольшее постоянство среды со времени из всех сред обитания. Адаптации живых организмов к организменной среде обитания следующие: коадаптация паразита и хозяина, симбионтов друг к другу, выработка у паразита защиты от переваривания хозяином и системы закоривания в среде, усиление полового размножения, редукция зрения, пищеварительной системы, синхронизация биоритмов.

Экологические факторы — это отдельные элементы среды обитания, которые воздействуют на организмы. Каждая из сред обитания отличается особенностями воздействия экологических факторов. Экологические факторы делят на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы — компоненты неживой природы. К ним относят: климатические (свет, температура, влажность, ветер, давление и др.), геологические (землетрясения, извержения вулканов, движение ледников, радиоактивное излучение и др.), орографические {рельеф местности}, эдафические, или почвенно-грунтовые (плотность, структура, рН, гранулометрический состав, химический состав и др.), гидрологические {вода, течение, соленость, давление и др.}. Иначе абиотические факторы делят на физические, химические и эдафические.

Биотические факторы — воздействие живых организмов друг на друга {взаимодействие между особями в популяциях и между популяциями в сообществах}. При этом взаимоотношения могут быть внутривидовыми (взаимодействия между особями одного вида) и межвидовыми (между особями разных видов). По типу взаимодействия различают протокооперацию (симбиоз), мутуализм, комменсализм, внутривидовую и межвидовую конкуренции, паразитизм, хищничество, аменсализм, нейтрализм. В зависимости от воздействующего организма биотические факторы делят на фитогенные (влияние растений), зоогенные (животных) и микробогенные (микроорганизмов).

Антропогенные факторы — деятельность человека, приводящая либо к прямому воздействию на живые организмы, либо к изменению среды их обитания (охота, промысел, сведение лесов, загрязнение, эрозия почв и др.). При этом различается воздействие человека как биологического организма и его хозяйственная деятельность (техногенные факторы).

Адаптации организмов к условиям среды

Адаптации — различные приспособления к среде обитания, выработавшиеся у организмов в процессе эволюции. Адаптации проявляются на разных уровнях организации живой материи: от молекулярного до биоценотического. Способность к адаптации — одно из основных свойств живой материи,

обеспечивающее возможность ее существования. Адаптации развиваются под действием трех основных факторов: наследственность, изменчивость и естественный (а также искусственный) отбор.

Существует три основных пути приспособления организмов к условиям окружающей среды: активный путь, пассивный путь и избегание неблагоприятных воздействий. **Активный путь** — усиление сопротивляемости, развитие регуляторных процессов, позволяющих осуществлять все жизненные функции организма, несмотря на отклонения фактора от оптимума. Например, поддержание постоянной температуры тела у теплокровных животных (птиц и млекопитающих), оптимальной для протекания биохимических процессов в клетках. **Пассивный путь** — подчинение жизненных функций организма изменению факторов среды. Например, переход при неблагоприятных условиях среды в состояние анабиоза (скрытой жизни), когда обмен веществ в организме практически полностью останавливается (зимний покой растений, сохранение семян и спор в почве, оцепенение насекомых, спячка позвоночных животных и т.д.). **Избегание неблагоприятных воздействий** — выработка организмом таких жизненных циклов и поведения, которые позволяют избежать неблагоприятных воздействий. Например, сезонные миграции животных.

Обычно приспособление вида к среде осуществляется тем или иным сочетанием всех трех возможных путей адаптации.

Адаптации можно разделить на три типа: морфологические, физиологические и этологические. Морфологические адаптации сопровождаются изменением в строении организма (например, видоизменение листа у растений пустынь). Морфологические адаптации у растений и животных приводят к образованию определенных жизненных форм. Физиологические адаптации — изменения в физиологии организмов (например, способность верблюда обеспечивать организм влагой путем окисления запасов жира). Этологические адаптации — изменения в поведении (например, сезонные миграции млекопитающих и птиц, впадение в спячку в зимний период). Этологические адаптации характерны для животных.

Законы действия экологических факторов

Факторы среды имеют количественное выражение. По отношению к каждому фактору можно выделить **зону оптимума** (зону нормальной жизнедеятельности), **зону пессимума** (зону угнетения) и **пределы выносливости** организма. Оптимум — такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организмов максимальна. В зоне пессимума жизнедеятельность организмов угнетена. За пределами выносливости существование организма невозможно. Различают нижний и верхний предел выносливости.

Способность живых организмов переносить количественные колебания действия экологического фактора в той или иной степени называется **экологической валентностью (толерантностью, устойчивостью, пластичностью)**. Значения экологического фактора между верхним и нижним пределами выносливости называется **зоной толерантности**. Виды с широкой зоной толерантности называются **эврибионтными**, с узкой — **стенобионтными**. Организмы, переносящие значительные колебания температуры, называются эвритермные, а

приспособленные к узкому интервалу температур — стенотермные. Таким же образом по отношению к давлению различают эври- и стенобатные организмы, по отношению к степени засоления среды — эври и стеногалинные, и т.д.

Экологические валентности отдельных индивидуумов не совпадают. Поэтому экологическая валентность вида шире экологической валентности каждой отдельной особи.

Экологические валентности вида к разным экологическим факторам могут существенно отличаться. Набор экологических валентностей по отношению к разным факторам среды составляет **экологический спектр вида**.

Экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида, называется **лимитирующим (ограничивающим) фактором**. Такой фактор будет ограничивать распространение вида даже в том случае, если все остальные факторы будут благоприятными. Лимитирующие факторы определяют географический ареал вида. Знание человеком лимитирующих факторов для того или иного вида организмов позволяет, изменяя условия среды обитания, либо подавлять, либо стимулировать его развитие.

Можно выделить основные закономерности действия экологических факторов:

- **Закон относительности действия экологического фактора** — направление и интенсивность действия экологического фактора зависят от того, в каких количествах он берется. Не бывает абсолютно полезных или вредных экологических факторов: все дело в количестве. Например, если температура окружающей среды слишком низкая или слишком высокая, то есть выходит за пределы выносливости живых организмов, это для них плохо. Благоприятными являются только оптимальные значения.

- **Закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов** — абсолютное отсутствие какого либо из обязательных условий жизни заменить другими экологическими факторами невозможно, но недостаток или избыток одних экологических факторов может быть возмещен действием других экологических факторов. Например, полное (абсолютное) отсутствие воды нельзя компенсировать другими экологическими факторами. Однако если другие экологические факторы находятся в оптимуме, то перенести недостаток воды легче, чем когда и другие факторы находятся в недостатке или избытке.

Основные экологические факторы

Свет. В спектре солнечного света выделяют области, различные по своему биологическому действию. Ультрафиолетовые лучи в небольших дозах необходимы живым организмам (бактерицидное действие, стимуляция роста и развития клеток, синтез витамина D и т.д.), в больших дозах губительны из-за способности вызывать мутации. Значительная часть ультрафиолетовых лучей отражается озоновым слоем. Видимые лучи — основной источник жизни на Земле, дающий энергию для фотосинтеза. Инфракрасные лучи — основной источник тепловой энергии.

Для растений солнечный свет необходим, прежде всего, как источник энергии для фотосинтеза. По отношению к условиям освещенности растения делят на следующие экологические группы. Гелиофиты (светлюбивые) — растения,

обитающие в условиях хорошего освещения. Они имеют мелкие листья, сильно ветвящиеся побеги, значительное количество пигментов в листьях и др. Сциофиты (тенелюбивые) — растения, плохо переносящие прямые солнечные лучи. Для них характерны крупные, тонкие листья, расположенные горизонтально, с меньшим количеством устьиц. Факультативные гелиофиты (теневыносливые) — растения, способные обитать как в условиях хорошего освещения, так и в условиях затенения. Имеют переходные черты.

Для животных свет — это условие ориентации. Животные бывают с дневным, ночным и сумеречным образом жизни.

По отношению к продолжительности дня организмы (в основном растения) делят на короткодневные (обитатели низких широт) и длиннодневные (обитатели умеренных и высоких широт). Реакция организмов на продолжительность дня называется фотопериодизмом. Это очень важное приспособление, регулирующее сезонные явления у организмов. Изменение длины дня тесно связано с годовым ходом температуры, но в отличие от последней не подвержено случайным колебаниям. Фотопериодизм обуславливает такие сезонные явления, как листопад, перелеты птиц и т.п.

Температура. От температуры окружающей среды зависит температура организмов, а, следовательно, скорость всех химических реакций, составляющих обмен веществ. В основном живые организмы способны жить при температуре от 0 до +50 °С, что обусловлено свойствами цитоплазмы клеток. Верхним температурным пределом жизни является 120—140 °С (близкие к нему значения температур, выдерживают споры, бактерии), нижним —190—273 °С (переносят споры, семена, сперматозоиды).

По отношению к температуре организмы делят на криофилов (обитающих в условиях низких температур) и термофилов (обитающих в условиях высоких температур).

Организмы могут использовать два источника тепловой энергии: Внешний (тепловая энергия Солнца или внутреннее тепло Земли).и внутренний (тепло, выделяемое при обмене веществ).

В зависимости от того, какой источник преобладает в тепловом балансе, живые организмы делят на пойкилотермных и гомойотермных. Пойкилотермные организмы — организмы с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды. К ним относятся микроорганизмы, растения, беспозвоночные и низшие позвоночные животные. Температура их тела обычно на 1—2 °С выше температуры окружающей среды или равна ей. Гомойотермные организмы - организмы, способные поддерживать внутреннюю температуру тела на относительно постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды. Это птицы и млекопитающие. Если речь идет только о животных, то их еще называют холоднокровными и теплокровными соответственно. Среди гомойотермных организмов выделяют группу гетеротермных организмов — организмов, у которых периоды сохранения постоянно высокой температуры тела сменяются периодами ее понижения при впадении в спячку в неблагоприятный период года (суслики, сурки, ежи, летучие мыши и др.).

У живых организмов различают три механизма терморегуляции. Химическая

терморегуляция осуществляется путем изменения величины теплопродукции за счет изменения интенсивности обмена веществ. Физическая терморегуляция связана с изменением величины теплоотдачи. Этологическая (или поведенческая) терморегуляция заключается в избегании условий с неблагоприятными температурами.

Вода. Вода обеспечивает протекание в организме обмена веществ и нормальное функционирование организма в целом. Одни организмы живут в воде, другие приспособились к постоянному недостатку влаги. Среднее содержание воды в клетках большинства живых организмов составляет около 70%. Вода в клетке присутствует в двух формах: свободной (95% всей воды клетки) и связанной (4-5% связана с белками).

По отношению к воде среди живых организмов выделяют следующие экологические группы: гигрофилы (влаголюбивые), ксерофилы /сухолюбивые) и мезофилы (промежуточная группа).

В частности среди растений различают гигрофитов, мезофитов и ксерофитов.

Гигрофиты — растения влажных местообитаний, не переносящие водного дефицита. К ним, в частности, относятся водные растения — гидрофиты и гидатофиты. Гидатофиты — водные растения, целиком или большей своей частью погруженные в воду (например, рдест, кувшинка). Гидрофиты — водные растения, прикрепленные к грунту и погруженные в воду только нижними частями (например, тростник).

Ксерофиты — растения сухих местообитаний, способные переносить перегрев и обезвоживание. К ним относятся суккуленты и склерофиты. Суккуленты — ксерофитные растения с сочными, мясистыми листьями (например, алоэ) или стеблями (например, кактусовые), в которых развита водозапасающая ткань, Склерофиты — ксерофитные растения с жесткими побегами, благодаря чему при водном дефиците у них не наблюдается внешней картины завядания (например, ковыли, саксаул). См. ксерофиты.

Мезофиты — растения умеренно увлажненных местообитаний; промежуточная группа между гидрофитами и ксерофитами.

Водные организмы по типу местообитания и образу жизни объединяются в следующие экологические группы. Планктон — организмы, в основном пассивно перемещающиеся за счет течения. Различают фитопланктон (одноклеточные водоросли) и зоопланктон (одноклеточные животные, рачки, медузы и др.). Нектон — активно передвигающиеся в воде животные (рыбы, амфибии, головоногие моллюски, черепахи, китообразные и др.). Бентос — организмы, живущие на дне и в грунте. Его делят на фитобентос (прикрепленные водоросли и высшие растения) и зообентос {ракообразные, моллюски, морские звезды и др.). Иногда выделяют перифитон — организмы, прикрепленные к листьям и стеблям водных растений или другим выступам над дном водоема.

Эдафические (почвенно-грунтовые) факторы. Важнейшими экологическими факторами, характеризующими почву как среду обитания, являются кислотность, содержание питательных элементов, содержание органических веществ, структура, плотность, засоленность, гравиметрический состав и др.

По отношению к кислотности почвы растения делят на следующие экологические группы: ацидофилы (растут на почвах с $pH < 6,7$); нейтрофилы

(рН=6,7-7,0); базифилы (рН>7,0); индифферентные виды (могут обитать на почвах с разным значением рН).

По отношению к содержанию питательных элементов в почве среди растений различают олиготрофов (растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов), эвтрофов (нуждаются в большом количестве зольных элементов) и мезотрофов (требуют умеренного количества зольных элементов).

По другим признакам среди растений выделяют такие группы как галофиты (растения засоленных почв), нитрофилы (растения, предпочитающие почвы, богатые азотом), литофиты, или петрофиты, (растения каменистых почв), псаммофиты (растения песков).

По степени связи с почвой как средой обитания животных объединяют в три экологические группы. Геобионты — животные, постоянно обитающие в почве, весь цикл развития которых протекает в почвенной среде. Геофилы — животные, часть цикла развития которых (чаще одна из фаз) обязательно проходит в почве. Геоксены — животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища.

Биологические ритмы

Биологические ритмы представляют собой периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений. Они в той или иной форме присущи всем живым организмам и отмечаются на всех уровнях организации: от внутриклеточных процессов до биосферных. Биологические ритмы наследственно закреплены и являются следствием естественного отбора и адаптации организмов. Ритмы бывают внутрисуточные, суточные, сезонные, годовые, многолетние и многовековые.

Биологические ритмы делят на экзогенные и эндогенные. **Экзогенные (внешние) ритмы** возникают как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов, солнечной активности). Эндогенные (внутренние) ритмы генерируются самим организмом. Ритмичность имеют процессы синтеза ДНК, РНК и белков, работа ферментов, деление клеток, биение сердца, дыхание и т.д. Внешние воздействия могут сдвигать фазы этих ритмов и менять их амплитуду. Среди эндогенных различают физиологические и экологические ритмы. Физиологические ритмы (биение сердца, дыхание, работа желез внутренней секреции и др.) поддерживают непрерывную жизнедеятельность организмов. Экологические ритмы (суточные, годовые» приливные, лунные и др.) возникли как приспособление живых существ к периодическим изменениям среды. Физиологические ритмы существенно варьируют в зависимости от состояния организма, экологические — более стабильны и соответствуют внешним ритмам. Несовпадение во времени между природными и антропогенными явлениями часто приводит к разрушению природных систем (например, проведение слишком частых рубок леса).

Экология популяции

Понятие о популяции

Совокупность особей, обладающих наследственным сходством

морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных к скрещиванию с образованием плодового потомства, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область (ареал) называется видом. Виды часто занимают большой ареал, в пределах которого особи распределены неравномерно, группами — популяциями. Целостность вида поддерживается связями между популяциями.

Популяция — совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. Контакты между особями одной популяции чаще, чем между особями разных популяций. Например, уровень панмиксии (свободного скрещивания) внутри популяции выше, чем между особями разных популяций. Популяция является структурной единицей вида и единицей эволюции.

Ареал. Пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности, называется ареалом — областью распространения. Ареал может быть сплошным или разорванным (дизъюнктивным), если между его частями возникают различные преграды (водные, орографические и др.), пространства, не заселенные представителями данного вида. Выделяют различные центры ареалов: геометрический центр; центр возникновения вида в пределах ареала; центр обилия — часть ареала, на которой сосредоточено наибольшее количество особей.

Популяции, будучи групповыми объединениями, обладают рядом специфических свойств, которые не присущи каждой отдельной особи: численность, плотность, рождаемость, смертность, скорость роста и др. Кроме того, популяции свойственна определенная организация: половая, возрастная, генетическая, пространственно-этологическая и другие структуры.

Статические показатели популяции

Количественные показатели (характеристики) популяции можно разделить на статические и динамические. Статические показатели характеризуют состояние популяции на данный момент времени. Основные из них: численность, плотность, а также показатели структуры. **Динамические показатели популяции** отражают процессы, протекающие в популяции за определенный промежуток времени. Основные из них: рождаемость, смертность, скорость роста популяции.

Численность — число особей в популяции. Численность популяции может значительно изменяться во времени. Она зависит от биотического потенциала вида и внешних условий.

Плотность — число особей или биомасса популяции, приходящаяся на единицу площади или объема.

Популяция характеризуется определенной структурной организацией — соотношением групп особей по полу, возрасту, размеру, генотипу, распределением особей по территории и т.д. В связи с этим выделяют различные структуры популяции: половую, возрастную, размерную, генетическую, пространственно-этологическую и др. Структура популяции формируется, с одной стороны, на основе общих биологических свойств вида, с другой стороны, под влиянием факторов среды, то есть имеет приспособительный характер.

Половая структура (половой состав) — соотношение особей мужского и женского пола в популяции. Половая структура свойственна только популяциям раздельнополых организмов. Теоретически соотношение полов должно быть одинаковым: 50% от общей численности должны составлять мужские особи, а 50% — женские особи. Фактическое соотношение полов зависит от действия различных факторов среды, генетических и физиологических особенностей вида.

Различают первичное, вторичное и третичное соотношения. Первичное соотношение — соотношение, наблюдаемое при формировании половых клеток (гамет). Обычно оно равно 1:1. Такое соотношение обусловлено генетическим механизмом определения пола. Вторичное соотношение — соотношение, наблюдаемое при рождении. Третичное соотношение — соотношение, наблюдаемое у взрослых половозрелых особей.

Например, у человека во вторичном соотношении несколько преобладают мальчики, в третичном — женщины: на 100 мальчиков рождается 106 девочек, к 16—18 годам из-за повышенной мужской смертности это соотношение выравнивается и к 50 годам составляет 85 мужчин на 100 женщин, а к 80 годам — 50 мужчин на 100 женщин.

У некоторых рыб (р. Пецилия) различают три типа половых хромосом: Y, X и W, из них Y-хромосома несет гены мужского пола, а X и W-хромосомы — гены женского пола, но разной степени «мощности». Если генотип особи имеет вид YY, то развиваются самцы, если XY — самки, если же WY, то в зависимости от условий среды развиваются половые признаки самца или самки.

В популяциях меченосцев соотношение полов зависит от значения рН среды. При рН=6,2 количество самцов в потомстве составляет 87-100%, а при рН=7,8 — от 0 до 15%.

Возрастная структура (возрастной состав) — соотношение в популяции особей разных возрастных групп. Абсолютный возрастной состав выражает численность определенных возрастных групп в определенный момент времени. Относительный возрастной состав выражает долю или процент особей данной возрастной группы по отношению к общей численности популяции. Возрастной состав определяется рядом свойств и особенностей вида: время достижения половой зрелости, продолжительность жизни, длительность периода размножения, смертность и др.

В зависимости от способности особей к размножению различают три группы: *предрепродуктивную* (особи еще не способны размножаться), *репродуктивную* (особи способные размножаться) и *пострепродуктивную* (особи уже не способные размножаться).

Пространственно-этологическая структура — характер распределения особей в пределах ареала. Она зависит от особенностей окружающей среды и этологии (особенностей поведения) вида.

Различают три основных типа распределения особей в пространстве: равномерное (регулярное), неравномерное (агрегированное, групповое, мозаичное) и случайное (диффузное).

Равномерное распределение характеризуется равным удалением каждой особи от всех соседних. Свойственно популяциям, существующим в условиях равномерного распределения факторов среды или состоящих из особей,

проявляющих друг к другу антагонизм.

Неравномерное распределение проявляется в образовании группировок особей, между которыми остаются большие незаселенные территории. Характерно для популяций, обитающих в условиях неравномерного распределения факторов среды или состоящих из особей, ведущих групповой (стадный) образ жизни.

Случайное распределение выражается в неодинаковом расстоянии между особями. Является результатом вероятностных процессов неоднородности среды и слабых социальных связей между особями.

По типу использования пространства все подвижные животные подразделяются на оседлых и кочевых. Оседлый образ жизни имеет ряд биологических преимуществ, таких как свободная ориентация на знакомой территории при поиске пищи или укрытия, возможность создать запасы пищи (белка, полевая мышь). К его недостаткам относится истощение пищевых ресурсов при излишне высокой плотности популяции.

По форме совместного существования животных выделяют одиночный образ жизни, семейный, колониями, стаями, стадами,

Динамические показатели популяции

Рождаемость (скорость рождаемости) — число новых особей, появившихся в популяции за единицу времени в результате размножения. Различают максимальную и фактическую рождаемость. Максимальная рождаемость — максимальная реализация возможности рождения при отсутствии лимитирующих факторов среды. Фактическая рождаемость — реальная реализация возможности рождения.

Смертность (скорость смертности) — число особей, погибших в популяции за единицу времени (от хищников, болезней, старости и других причин). Смертность — величина обратная рождаемости,

Скорость роста популяции - изменение численности популяции в единицу времени. Скорость роста популяции может быть положительной, нулевой и отрицательной. Она зависит от показателей рождаемости, смертности и миграции (вселения — иммиграции и выселения — эмиграции). Увеличение (прибыль) численности происходит в результате рождаемости и иммиграции особей, а уменьшение (убыль) численности — в результате смертности и эмиграции особей.

Скорость роста может быть выражена в виде кривой роста популяции. Существует две основные модели роста популяции: J-образная и S-образная.

J-образная кривая отражает неограниченный экспоненциальный рост численности популяции, не зависящий от плотности популяции. Такой тип роста возможен пока биотический потенциал популяции (r) реализуется полностью. Это продолжается пока низка конкуренция за ресурсы. Однако после превышения емкости среды (предельной плотности насыщения, предельной численности) (K) произойдет резкое снижение численности.

S-образная (логистическая) кривая отражает логистический тип роста, зависящего от плотности популяции, при котором скорость роста популяции

снижается по мере роста численности (плотности). Скорость роста снижается вплоть до нуля при достижении предельной численности.

Экологические стратегии выживания популяций

Выживаемость — абсолютное число особей (или процент от исходного числа особей), сохранившихся в популяции за определенный промежуток времени.

$$Z = n/N \cdot 100\%,$$

где Z — выживаемость, %; n — число выживших; N — исходная численность популяции.

Выживаемость зависит от ряда причин: возрастного и полового состава популяции, действия тех или иных факторов среды и др.

Выживаемость можно выразить в виде кривых выживания. **Кривые выживания** отражают, как по мере старения снижается численность особей одного возраста в популяции.

Различают три основных типа кривых выживания. Кривая 1 типа свойственна организмам, смертность которых на протяжении всей жизни мала, но резко возрастает в ее конце (например, насекомые, погибающие после кладки яиц, люди в развитых странах, некоторые крупные млекопитающие). Кривая 2 типа характерна для видов, у которых смертность остается примерно постоянной в течение всей жизни (например, птицы, пресмыкающиеся). Кривая 3 типа отражает массовую гибель особей в начальный период жизни (например, многие рыбы, беспозвоночные, растения и другие организмы, не заботящиеся о потомстве, и выживающие за счет огромного количества икринок, личинок, семян и т.п.). Встречаются кривые, сочетающие черты основных типов (например, у людей, живущих в отсталых странах, и некоторых крупных млекопитающих, кривая 1 вначале имеет резкое падение в связи с большой смертностью сразу после рождения).

Комплекс свойств популяции, направленных на повышение вероятности выживания и оставление потомства, называется экологической стратегией выживания. Это общая характеристика роста и размножения. Сюда входят темпы роста особей, время достижения половозрелости, плодовитость, периодичность размножения и т.д.

Экологические стратегии популяций отличаются большим разнообразием. Но при этом все их многообразие заключено между двумя типами эволюционного отбора, которые обозначаются константами логистического уравнения: r -стратегия и K -стратегия.

r -стратегии (r -виды, r -популяции) — популяции из быстро размножающихся, но менее конкурентоспособных особей. Имеют образную кривую роста численности, не зависящую от плотности популяции. Такие популяции быстро расселяются, но они малоустойчивы. К ним относятся бактерии, тли, однолетние растения и др.

K -стратегии (K -виды, K -популяции) — популяции из медленно размножающихся, но более конкурентоспособных особей. Имеют S -образную кривую роста численности, зависящую от плотности популяции. Такие

популяции населяют стабильные местообитания, К ним относятся человек, кондор, деревья и др.

Следует отметить, что одну и ту же среду обитания разные популяции могут использовать по-разному, поэтому в одном и том же местообитании могут сосуществовать виды с r- и K-стратегиями. Между этими крайними стратегиями существуют переходы. Ни один из видов не подвержен только r- или только K-отбору.

Регуляция численности (плотности) популяции

Гомеостаз популяции — поддержание определенной численности (плотности). Изменение численности зависит от целого ряда факторов среды — абиотических, биотических и антропогенных. Однако всегда можно выделить ключевой фактор, наиболее сильно влияющий на рождаемость, смертность, миграцию особей и т.д.

Факторы, регулирующие плотность популяции, делятся на зависимые и независимые от плотности. Зависимые от плотности факторы изменяются вместе с изменением плотности, к ним относятся биотические факторы. Независимые от плотности факторы остаются постоянными с изменением плотности, это абиотические факторы.

Популяции многих видов организмов способны к саморегуляции своей численности. Выделяют три механизма торможения роста численности популяций: 1) при возрастании плотности повышается частота контактов между особями, что вызывает у них стрессовое состояние, уменьшающее рождаемость и повышающее смертность; 2) при возрастании плотности усиливается эмиграция в новые местообитания, краевые зоны, где условия менее благоприятны и смертность увеличивается; 3) при возрастании плотности происходят изменения генетического состава популяции, например, быстро размножающиеся особи заменяются медленно размножающимися.

Понимание механизмов регуляции численности популяций чрезвычайно важно для возможности управления этими процессами. Деятельность человека часто сопровождается сокращением численности популяций многих видов. Причины этого в чрезмерном истреблении особей, ухудшении условий жизни вследствие загрязнения окружающей среды, беспокойства животных, особенно в период размножения, сокращение ареала и т.д. В природе нет и не может быть «хороших» и «плохих» видов, все они необходимы для ее нормального развития. В настоящее время остро стоит вопрос сохранения биологического разнообразия. Сокращение генофонда живой природы может привести к трагическим последствиям. Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) издает «Красную книгу», где регистрирует следующие виды: исчезающие, редкие, сокращающиеся, неопределенные и «черный список» безвозвратно исчезнувших видов.

В целях сохранения видов человек использует различные способы регулирования численности популяции: правильное ведение охотничьего хозяйства и промыслов (установление сроков и угодий охоты и отлова рыбы), запрещение охоты на некоторые виды животных, регулирование вырубки леса и др.

В то же время деятельность человека создает условия для появления новых форм организмов или развития старых видов, к сожалению, часто вредных для человека: болезнетворных микроорганизмов, вредителей сельскохозяйственных культур и т.д.

Экология сообществ и экосистем

Понятие о биоценозе, биогеоценозе, экосистеме

Живые организмы находятся между собой и абиотическими условиями среды обитания в определенных отношениях, образуя тем самым, так называемые, экологические системы. **Биоценоз** — совокупность популяций разных видов, обитающих на определенной территории. Растительный компонент биоценоза называется фитоценозом, животный — **зооценозом**, микробный — **микробоценозом**. Ведущим компонентом в биоценозе является фитоценоз. Он определяет каким будет зооценоз и микробоценоз. **Биотоп** — определенная территория со свойственными ей абиотическими факторами среды; обитания (климат, почва). **Биогеоценоз** — совокупность биоценоза и биотопа. **Экосистема** — система живых организмов и окружающих их неорганических тел, связанных между собой потоком энергии и круговоротом веществ. Термин «экосистема» был предложен английским ученым Д. Тенсли (1935), а термин «биогеоценоз» — российским ученым В.Н. Сукачевым (1942). «Экосистема» и «биогеоценоз» — понятия близкие, но не синонимы. Биогеоценоз — это экосистема в границах фитоценоза. Экосистема — понятие более общее. Каждый биогеоценоз — это экосистема, но не каждая экосистема — биогеоценоз. Единая экосистема нашей планеты называется биосферой. Биосфера -экосистема высшего порядка.

Типы связей и взаимоотношений между организмами

Типы связей между организмами. Живые организмы определенным образом связаны друг с другом. Различают следующие типы связей между видами: трофические, топические, форические, фабрические. Наиболее важными являются трофические и топические связи, так как именно они удерживают организмы разных видов друг возле друга, объединяя их в сообщества.

Трофические связи возникают между видами, когда один вид питается другим: живыми особями, мертвыми остатками, продуктами жизнедеятельности. Трофическая связь может быть прямой и косвенной. Прямая связь проявляется при питании львов живыми антилопами, гиен трупами зебр, жуков-навозников пометом крупных копытных и т.д. Косвенная связь возникает при конкуренции разных видов за один пищевой ресурс.

Топические связи проявляются в изменении одним видом условий обитания другого вида. Например, под хвойным лесом, как правило, отсутствует травянистый покров.

Форические связи возникают, когда один вид участвует в распространении другого вида. Перенос животными семян, спор, пыльцы растений называется зоохория, а мелких особей — форезия.

Фабрические связи заключаются в том, что один вид использует для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки или даже живых особей

другого вида. Например, птицы при постройке гнезд используют ветки деревьев, траву, пух и перья других птиц.

Типы отношений между организмами. Воздействие одного вида на другой может быть положительным, отрицательным и нейтральным. При этом возможны разные комбинации типов воздействия. Различают нейтрализм, протокооперацию, мутуализм, комменсализм, хищничество, паразитизм, конкуренцию, аменсализм.

Нейтрализм — сожительство двух видов на одной территории, не имеющее для них ни положительных, ни отрицательных последствий. Например, белки и лоси не оказывают друг на Друга значительных воздействий.

Протокооперация — взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которого извлекают все участники. Например, раки-отшельники и актинии. На раковине рака может поселиться коралловый полип актиния, который имеет стрекательные клетки, выделяющие яд. Актиния защищает рака от хищных рыб, а рак-отшельник, перемещаясь, способствует распространению актиний и увеличению их кормового пространства.

Мутуализм (облигатный симбиоз) — взаимовыгодное сожительство, когда либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя. Например, травоядные копытные и целлюлозоразрушающие бактерии. Целлюлозоразрушающие бактерии обитают в желудке и кишечнике травоядных копытных. Они продуцируют ферменты, расщепляющие целлюлозу, поэтому обязательно нужны травоядным, у которых таких ферментов нет. Травоядные копытные со своей стороны предоставляют бактериям питательные вещества и среду обитания с оптимальной температурой, влажностью и т.д.

Комменсализм — взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично. Различают две формы комменсализма: **синойкия** (квартирантство) и **трофобиоз** (нахлебничество). Примером синойкии являются взаимоотношения некоторых актиний и тропических рыбок. Тропические рыбки укрываются от нападения хищников среди щупалец актиний, которые имеют стрекательные клетки. Примером трофобиоза служат взаимоотношения крупных хищников и падальщиков. Падальщики, например гиен грифы, шакалы, питаются останками жертв, убитых и частично съеденных крупными хищниками — львами.

Хищничество — взаимоотношения, при которых один из участников (хищник) умерщвляет другого (жертва) и использует его в качестве пищи. Например, волки и зайцы. Состояние популяции хищника тесно связано с состоянием популяции жертв. Однако при сокращении численности популяции одного вида жертв, хищник переключается на другой вид. Например, волки могут использовать в качестве пищи зайцев, мышей, кабанов, косуль, лягушек, насекомых и т.д.

Частным случаем хищничества является каннибализм — умерщвление и поедание себе подобных. Встречается, например, у крыс, бурых медведей, человека.

Паразитизм — взаимоотношения, при которых паразит не убивает своего хозяина, а длительное время использует его как среду обитания и источник пищи. К паразитам относятся: вирусы, патогенные бактерии, грибы, простейшие, паразитические черви и др. Различают обливных и факультативных паразитов.

Облигатные паразиты ведут исключительно паразитический образ жизни и вне организма хозяина либо погибают, либо находятся в неактивном состоянии (вирусы). Факультативные паразиты ведут паразитический образ жизни, но в случае необходимости могут нормально жить во внешней среде, вне организма хозяина {патогенные грибы и бактерии).

Конкуренция — взаимоотношения, при которых организмы соперничают друг с другом за одни и те же ресурсы внешней среды при недостатке последних. Организмы могут конкурировать за пищевые ресурсы, полового партнера, убежище, свет и т.д. Различают прямую и косвенную, межвидовую и внутривидовую конкуренции.

Косвенная (пассивная) конкуренция — потребление ресурсов среды, необходимых обоим видам. Прямая (активная) конкуренция — подавление одного вида другим.

Внутривидовая конкуренция — это соперничество между особями одного вида, межвидовая — между особями разных видов. Межвидовая конкуренция возникает между особями экологически близких видов. Ее результатом может быть либо взаимное приспособление двух видов, либо замещение популяцией одного вида популяцией другого вида, который переселяется на другое место, переключается на другую пищу или вымирает.

Конкуренция приводит к естественному отбору в направлении увеличения экологических различий между конкурирующими видами и образованию ими разных экологических ниш.

Аменсализм — взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких отрицательных влияний со стороны подавляемого. Например, ель и растения нижнего яруса. Плотная крона ели препятствует проникновению солнечных лучей под полог леса и подавляет развитие растений нижнего яруса.

Частным случаем аменсализма является аллелопатия (антибиоз) -влияние одного организма на другой, при котором во внешнюю среду выделяются продукты жизнедеятельности одного организма, отравляя ее и делая непригодной для жизни другого. Аллелопатия распространена у растений, грибов, бактерий. Например, гриб-пеницилл продуцирует вещества, подавляющие жизнедеятельность бактерий. Пеницилл используют для получения пенициллина. Это первый открытый в медицине антибиотик. В последнее время в понятие «аллелопатия» включают и положительное воздействие.

В ходе эволюции и развития экосистем существует тенденция уменьшению роли отрицательных взаимодействий за счет положительных, увеличивающих выживание обоих видов. Поэтому в зрелых экосистемах доля сильных отрицательных взаимодействий меньше, чем в молодых.

Структура и функционирование экосистем

Структура биоценоза. Различают видовую, пространственную и экологическую структуры биоценоза.

Видовая структура — число видов, образующих данный биоценоз, и соотношение их численности или массы. То есть, видовая структура биоценоза определяется видовым разнообразием и количественным соотношением числа

видов или их массы между собой.

Пространственная структура — распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и по горизонтали). Пространственная структура образуется прежде всего растительной частью биоценоза. Различают ярусность (вертикальная структура биоценоза) и мозаичность (структура биоценоза по горизонтали).

Экологическая структура — соотношение организмов разных экологических групп. Биоценозы со сходной экологической структурой могут иметь разный видовой состав. Это связано с тем, что одни и те же экологические ниши могут быть заняты сходными по экологии, но далеко не родственными видами. Такие виды называются замещающими или викарирующими.

Любая популяция занимает определенное местообитание и определенную экологическую нишу. **Местообитание** — это территория, занимаемая популяцией, с комплексом присущих ей экологических факторов. **Экологическая ниша** — место популяции в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе (например, трофический статус) и его положение относительно абиотических условий существования (температуры, влажности и т.п.). Местообитание — это как бы «адрес» организма, а экологическая ниша — это его «профессия».

Функциональные группы организмов в экосистеме. Как правило, в любой экосистеме можно выделить три функциональные группы организмов: продуцентов, консументов и редуцентов.

Продуценты — автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (растения и автотрофные бактерии).

Консументы (макроконсументы, фаготрофы) — гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или консументов (животные, гетеротрофные растения, некоторые микроорганизмы). Консументы бывают первого порядка (фитофаги, сапрофаги), второго порядка {зоофаги, некрофаги) и т.д.

Редуценты (микроконсументы, деструкторы, сапротрофы, осмотрофы) — гетеротрофные организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных веществ (сапротрофные бактерии и грибы).

Пищевые цепи и сети. Питаясь друг другом, живые организмы образуют цепи питания. Цепь питания — последовательность организмов, по которой передается энергия, заключенная в пище, от ее первоначального источника. Каждое звено цепи называется трофическим уровнем. Первый трофический уровень — продуценты (автотрофные организмы, преимущественно зеленые растения). Второй трофический уровень — консументы первого порядка (растительноядные животные). Третий трофический уровень — консументы второго порядка (первичные хищники, питающиеся растительноядными животными). Четвертый трофический уровень — консументы третьего порядка (вторичные хищники, питающиеся плотоядными животными). В пищевой цепи редко бывает больше 4—5 трофических уровней. Последний трофический уровень — редуценты (сапротрофные бактерии и грибы). Они осуществляют минерализацию — превращение органических остатков в неорганические вещества.

Различают два типа пищевых цепей. **Цепи выедания (или пастбищные)** — пищевые цепи, начинающиеся с живых фотосинтезирующих организмов. Например, фитопланктон → зоопланктон → рыбы микрофаги → рыбы макрофаги → птицы ихтиофаги. **Цепи разложения (или детритные)** — пищевые цепи, начинающиеся с отмерших остатков растений, трупов и экскрементов животных. Например, детрит → детритофаги → хищники микрофаги → хищники макрофаги. Таким образом, поток энергии, проходящий через экосистему, разбивается как бы на два основных направления. Энергия к консументам поступает через живые ткани растений или через запасы мертвого органического вещества. Цепи выедания преобладают в водных экосистемах, цепи разложения — в экосистемах суши.

В сообществах пищевые цепи сложным образом переплетаются и образуют пищевые сети. В состав пищи каждого вида входит обычно не один, а несколько видов, каждый из которых в свою очередь может служить пищей нескольким видам. С одной стороны, каждый трофический уровень представлен многими популяциями разных видов, с другой стороны, многие популяции принадлежат сразу к нескольким трофическим уровням. В результате благодаря сложности пищевых связей выпадение какого-то одного вида часто не нарушает равновесия в экосистеме.

Поток энергии и круговорот веществ в экосистеме. В экосистеме органические вещества синтезируются автотрофами из неорганических веществ. Затем они потребляются гетеротрофами. Выделенные в процессе жизнедеятельности или после гибели организмов (как автотрофоа, так- и гетеротрофов) органические вещества подвергаются минерализации, то есть превращению в неорганические вещества. Эти неорганические вещества могут быть вновь использованы автотрофами для синтеза органических веществ. Так осуществляется биологический круговорот веществ.

В то же время, энергия не может циркулировать в пределах экосистемы. Поток энергии (передача энергии), заключенной в пище, в экосистеме осуществляется однонаправлено от автотрофов к гетеротрофам.

При передаче энергии с одного трофического уровня на другой большая часть энергии рассеивается в виде тепла (в соответствии со вторым законом термодинамики), и только около 10 % от первоначального количества передается по пищевой цепи.

В результате, пищевые цепи можно представить в виде экологических пирамид. Различают три основных типа экологических пирамид.

Пирамида чисел {пирамида Элтона) отражает уменьшение численности организмов от продуцентов к консументам.

Пирамида биомасс показывает изменение биомасс на каждом следующем трофическом уровне; для наземных экосистем пирамида биомасс сужается кверху, для экосистемы океана — имеет перевернутый характер, что связано с быстрым потреблением фитопланктона консументами.

Пирамида энергии (продукции) имеет универсальный характер и отражает уменьшение количества энергии, содержащейся в продукции, создаваемой на каждом следующем трофическом уровне.

Биологическая продуктивность экосистем

Прирост биомассы в экосистеме, созданной за единицу времени, называется биологической продукцией (продуктивностью). Различают первичную и вторичную продукцию сообщества.

Первичная продукция — биомасса, созданная за единицу времени продуцентами. Она делится на валовую и чистую. Валовая первичная продукция (общая ассимиляция) — это общая биомасса, созданная растениями в ходе фотосинтеза. Часть ее расходуется на поддержание жизнедеятельности растений — траты на дыхание (40-70 %). Оставшаяся часть составляет чистую первичную продукцию (чистая ассимиляция), которая в дальнейшем используется консументами и редуцентами, или накапливается в экосистеме.

Вторичная продукция — биомасса, созданная за единицу времени консументами. Она различна для каждого следующего трофического уровня.

Масса организмов определенной группы (продуцентов, консументов, редуцентов) или сообщества в целом называется биомассой. Самой высокой биомассой и продуктивностью обладают тропические дождевые леса, самой низкой — пустыни и тундры.

Если в экосистеме скорость прироста растений (образования первичной продукции) выше темпов переработки ее консументами и редуцентами, то это ведет к увеличению биомассы продуцентов. Если! при этом присутствует недостаточная утилизация продуктов спада а] цепях разложения, то происходит накопление мертвого органического то вещества. Это ведет к заторфовыванию болот, образованию мощной лесной подстилки и т.п. В стабильных экосистемах биомасса остается постоянной, так как практически вся продукция расходуется в] цепях питания.

Динамика экосистем

Изменения в сообществах могут быть циклическими и поступательными.

Циклические изменения — периодические изменения в биоценозе (суточные, сезонные, многолетние), при которых биоценоз возвращается к исходному состоянию.

Поступательные изменения — изменения в биоценозе, в конечном счете, приводящие к смене этого сообщества другим. **Сукцессия** — последовательная смена биоценозов (экосистем), выраженная в изменении видового состава и структуры сообщества. Последовательный ряд сменяющих друг друга в сукцессии сообществ называется **сукцессионной серией**. К сукцессиям относятся опустынивание степей, зарастание озер и образование болот и др.

В зависимости от причин, вызвавших смену биоценоза, сукцессии делят на природные и антропогенные, аутогенные и аллогенные.

Природные сукцессии происходят под действием естественных причин, не связанных с деятельностью человека. **Антропогенные сукцессии** обусловлены деятельностью человека.

Аутогенные сукцессии (самопорождающиеся) возникают вследствие внутренних причин (изменения среды под действием сообщества). Аллогенные сукцессии (порожденные извне) вызваны внешними причинами (например, изменение климата).

В зависимости от первоначального состояния субстрата, на котором развивается сукцессия, различают первичные и вторичные сукцессии. Первичные сукцессии развиваются на субстрате, не занятом живыми организмами {на скалах, обрывах, сыпучих песках, в новых водоемах и т.п.}. Вторичные сукцессии происходят на месте уже существующих биоценозов после их нарушения (в результате вырубки, пожара, вспашки, извержения вулкана и т.п.).

В своем развитии экосистема стремится к устойчивому состоянию. Сукцессионные изменения происходят до тех пор, пока не сформируется стабильная экосистема, производящая максимальную биомассу на единицу энергетического потока. Сообщество, находящееся в равновесии с окружающей средой, называется климаксным.

Природные экосистемы (биомы)

В зависимости от природных и климатических условий можно выделить три группы и ряд типов природных экосистем (биомов). В основе классификации для наземных экосистем лежит тип естественной (исходной) растительности, для водных экосистем — гидрологические и физические особенности.

Наземные экосистемы:

1. Тундра: арктическая и альпийская;
2. Бореальные хвойные леса;
3. Листопадный лес умеренной зоны;
4. Степь умеренной зоны;
5. Тропические злаковники и саванна;
6. Чапарраль (районы с дождливой зимой и засушливым летом);
7. Пустыня: травянистая и кустарниковая;
8. Полувечнозеленый тропический лес (районы с выраженными влажным и сухим сезонами);
9. Вечнозеленый тропический дождевой лес. *Пресноводные экосистемы:*

1. Лентические (стоячие воды): озера, пруды, водохранилища и др.;
2. Лотические {текучие воды}: реки, ручьи, родники и др.;
3. Заболоченные угодья: болота, болотистые леса, марши (приморские луга).

Морские экосистемы:

1. Открытый океан (пелагическая экосистема);
2. Воды континентального шельфа (прибрежные воды);
3. Районы апвеллинга (плодородные районы с продуктивным рыболовством);
4. Эстуарии {прибрежные бухты, проливы, устья рек, лиманы, соленые марши и др.};
5. Глубоководные рифтовые зоны.

Помимо основных типов природных экосистем (биомов) различают переходные типы — **эктоны**. Например, лесотундра, смешанные леса умеренной зоны, лесостепь, полупустыни и др.

Наземные экосистемы

Размещение по земной поверхности основных наземных биомов определяют два абиотических фактора — температура и количество осадков. Климат в разных районах земного шара неодинаков. Годовая сумма осадков меняется от 0 до 2500 мм и более. При этом они выпадают равномерно в течение года или их основная доля приходится на определенный период — влажный сезон. Среднегодовая температура также варьирует от отрицательных величин до 38°C. Температуры могут быть практически постоянными в течение всего года (у экватора) или меняться по сезонам.

Тундры {в северном полушарии к северу от тайги). Климат очень холодный с полярным днем и полярной ночью, среднегодовая температура ниже —5°C. За несколько недель короткого лета земля опаивает не более чем на один метр в глубину. Осадков менее 200—300 мм в год. Растительность: отсутствуют деревья, господствуют медленно растущие лишайники, мхи, злаки и осоки, стелющиеся или карликовые кустарники (брусника, черника, карликовая береза). Животный мир: крупные травоядные копытные (северный олень, мускусный бык), мелкие роющие млекопитающие (лемминги), хищники, приобретающие зимой маскирующую белую окраску (песец, рысь, горностай, полярная сова). В тундре коротким летом гнездится большое число перелетных птиц, среди них особенно много водоплавающих, которые питаются имеющимися здесь в изобилии

насекомыми и пресноводными беспозвоночными. Почвы тундровые — бедные с малой мощностью над слоем вечной мерзлоты.

Бореальные хвойные леса (тайга) (северные районы Европы, Азии и Северной Америки). Климат: долгая и холодная зима, много осадков выпадает в виде снега. Растительность: господствуют вечнозеленые хвойные леса (ель, пихта, сибирская кедровая сосна, лиственница, сосна) с мощной лесной подстилкой. Животный мир: крупные травоядные копытные (лось, северный олень), мелкие растительноядные млекопитающие (заяц-беляк, белка, грызуны), волк, рысь, лисица, черный медведь, гризли, россомаха, норка и другие хищники, многочисленные кровососущие насекомые во время короткого лета. Множество болот и озер. Почвы подзолистые и дерново-подзолистые — маломощные и бедные.

Листопадные леса умеренной зоны (широколиственные леса) (Западная Европа, Восточная Азия, восток США), Климат сезонный с зимними температурами ниже (ГС, осадков 750—1500 мм в год. Растительность: господствуют леса из широколиственных листопадных пород деревьев высотой до 35—45 м (дуб, бук, клен), кустарниковый подлесок, мхи, лишайники, мощная лесная подстилка. Животный мир: млекопитающие (лоси, медведи, рыси, лисицы, волки, белки, землеройки), птицы (дятлы, дрозды, совы, соколы), пресмыкающиеся (змеи), земноводные (лягушки, саламандры), рыбы (форель, окунь, сом и др.). Биота адаптирована к сезонному климату: спячка, миграции, состояние покоя в зимние месяцы. Почвы бурые лесные. В этих районах человеческая цивилизация получила наибольшее развитие, поэтому большая часть широколиственных лесов заменена культурными сообществами.

Степи умеренной зоны (в Евразии, центр Северной Америки (прерии), юго-восток Южной Америки (пампасы), отдельные районы Африки, Австралии, Новой Зеландии (туссоки)). Климат сезонный, лето от умеренного теплого до жаркого, зимние температуры ниже 0°C, осадков 250—750 мм в год. Растительность: господствуют дерновинные злаки высотой до 2 м и выше в некоторых прериях Северной Америки или до 50 см, например, в степях России, с отдельными деревьями и кустарниками на влажных участках. Животный мир: крупные растительноядные млекопитающие — бизоны, вилорогие антилопы (Северная Америка), сайгаки, а ранее дикие лошади — тарпан (Евразия), кенгуру (Австралия), жирафы, зебры, белые носороги, антилопы (Африка); мелкие роющие млекопитающие (суслики, сурки, полевки, кролики), хищники (койоты, львы, леопарды, гепарды, гиены), разнообразные птицы. Почвы: черноземы — самые плодородные почвы в мире — и каштановые. Большая часть степей в настоящее время используется под пашню, пастбища, сенокосы и т.д.

Чапарраль (Средиземноморье, южный берег Австралии, в Калифорнии, Мексике и Грузии). Климат мягкий умеренный, осадков 500-700 мм, выпадают теплой зимой, лето засушливое. Растительность: деревья {лавр, вечнозеленые дубы) и кустарники с жесткими вечнозелеными листьями. Почвы коричневые и серо-коричневые.

Тропический грасленд и саванны (Центральная и Восточная Африка, Южная Америка, Австралия, значительная часть южной Индии). Климат сухой и жаркий большую часть года, температура высокая круглый год, осадки, 750-1650 мм в

год, распределяются неравно-; мерно по сезонам (влажный и сухой сезоны). Растительности густая травянистая растительность (злаковые) с редкими листопадными деревьями (баобабы, акации, пальмы). Животный мир: крупные растительноядные млекопитающие (антилопы, зебры, жирафы, носороги), хищники (львы, леопарды, гепарды), птицы {африканский страус, грифы). Много кровососущих насекомых, например, муха цеце- Почвы красные ферраллитные, красно-бурые и коричнево-красные.

Пустыни травянистая и кустарниковая (некоторые районы Африки, например Сахара, Ближнего Востока и Центральной Азии, Большой Бассейн и юго-запад США, север Мексики и др.). Климат очень сухой, с жарким днем и холодными ночами, осадков менее 200—250 мм в год. Растительность: ксерофитные травы и редкостойный кустарник, кактусы, множество эфемеров, быстро развивающихся после непродолжительных дождей. Корневые системы у растений обширные, поверхностные, перехватывающие влагу редких осадков или стержневые корни, проникающие в землю до уровня грунтовых вод (30 м и глубже). Животный мир. разнообразные грызуны, жабы, ящерицы, змеи и другие пресмыкающиеся, совы, орлы, грифы, мелкие птицы и насекомые в большом количестве, верблюды. Почвы светло-бурые, сероземы, такыры.

Полувечнозеленые сезонные (листопадные) тропические леса (тропическая часть Азии, Центральная Америка). Климат со сменой сухого (4—6 месяцев) и влажного сезонов, среднегодовое количество осадков 800—1300 мм в год. Растительность: господствуют леса. Доминируют деревья верхнего яруса, сбрасывающие листья в сухой сезон. Нижний ярус образуют в основном вечнозеленые деревья и кустарники. Из вечнозеленых деревьев этих экосистем наиболее известна пальма. Животный мир: практически так же богат, как в вечнозеленых тропических дождевых лесах. Почвы красные ферраллитные.

Вечнозеленые тропические дождевые леса (север Южной Америки, Центральная Америка, западная и центральная части экваториальной Африки, Юго-Восточная Азия, прибрежные районы северо-запада Австралии, острова Индийского и Тихого океанов). Климат без смены сезонов в связи с близостью к экватору, среднегодовая температура выше 17°C (обычно 28°C), среднегодовое количество осадков превышает 2000—2500 мм в год. Растительность: господствуют леса. Деревья разной высоты образуют густой полог из трех ярусов (верхний ярус, полог и нижний ярус). Кустарники и травянистая растительность практически отсутствуют. На стволах и ветвях деревьев развиваются растения-эпифиты, корни которых не достигают почвы, и деревянистые лианы, укореняющиеся в почве и взбирающиеся по деревьям до их вершин. Видовое разнообразие растений огромно. Животный мир: видовой состав богаче, чем во всех других биомах вместе взятых. Встречаются многочисленные экзотические насекомые с яркой окраской, земноводные (лягушки), пресмыкающиеся (ящерицы, змеи, черепахи), птицы (попугаи, павлины, кондор), млекопитающие (обезьяны, муравьеды, ягуары). Почвы красно-желтые ферраллитные — маломощные и бедные органическим веществом и минеральными элементами питания растений. Большая часть питательных веществ закреплена в биомассе растительности.

Водные экосистемы

По типу местообитания и образу жизни водные организмы объединяются в следующие экологические группы. **Планктон** — организмы, в основном пассивно перемещающиеся за счет течения. Различают фитопланктон (одноклеточные водоросли) и зоопланктон (одноклеточные животные, рачки, медузы и др.). **Нектон** — активно передвигающиеся в воде животные (рыбы, амфибии, головоногие моллюски, черепахи, китообразные и др.). **Бентос** — организмы, живущие на дне и в фунте. Его делят на фитобентос (прикрепленные водоросли и высшие растения) и зообентос (ракообразные, моллюски, морские звезды и др.). Иногда выделяют **перифитон** — организмы, прикрепленные к листьям и стеблям водных растений или другим выступам над дном водоема.

Распределение организмов в водных экосистемах зависит от степени освещенности. Выделяют следующие зоны: литоральная зона (толща воды, где солнечный свет доходит до дна), лимническая зона (толща воды до глубины, куда проникает всего 1% от солнечного света и где затухает фотосинтез), эвфотическая зона (вся освещенная толща воды — включает литоральную и лимническую зоны), профундальная зона (дно и толща воды, куда не проникает солнечный свет).

В проточных водоемах выделяют перекааты (мелководные участки с быстрым течением: дно без ила, встречаются преимущественно прикрепленные формы перифитона и бентоса) и плесы (глубоководные участки: течение медленное, на дне мягкий илистый субстрат и Роющие животные).

Пресноводные экосистемы

Лентические экосистемы (озера, пруды, водохранилища и др.). Литоральная зона населена двумя группами растений: укрепившиеся в дне (камышы, рогозы, кувшинки, прикрепленные водоросли и др.) и плавающие {водоросли, рдесты и др.). Животные в литорали более разнообразны, чем в других зонах водоема. Встречаются моллюски, коловратки, мшанки, личинки насекомых и др. Рыбы большую часть жизни проводят в литорали и здесь же размножаются. Многие обитающие здесь животные дышат кислородом атмосферного воздуха (лягушки, саламандры, черепахи и др.). Зоопланктон представлен ракообразными, имеющими большое значение для питания рыб (дафнии и др.). Лимническая зона. Продуценты представлены фитопланктоном. В водоемах умеренного пояса «цветение» весной связано с массовым развитием диатомовых, летом — зеленых, осенью — азотфиксирующих сине-зеленых водорослей. Зоопланктон представлен растительноядными ракообразными и коловратками. Нектон лимнической зоны — только рыбы. Профундальная зона около дна представлена бентосными формами — личинками насекомых, моллюсками, кольчатыми червями, сапротрофными бактериями и грибами.

Лотические экосистемы (реки, родники, ручьи и др.) отличаются от стоячих водоемов следующими особенностями: 1) наличие течения; 2) более активный обмен между водой и сушей; 3) более высокое содержание кислорода и более равномерное его распределение; 4) преобладание детритных цепей питания (здесь более 60% энергии консументы получают от привнесенного материала). Выделяют лотические сообщества перекаатов и плесов. На перекаатах поселяются

организмы, способные прикрепиться к субстрату (например, нитчатые водоросли) или хорошие пловцы (например, форель). На участках плеса сообщества напоминают прудовые. В больших реках прослеживается продольная зональность: в верховьях — сообщества перекатов, в низовьях и дельте — плесов, между ними местами могут возникать и те и другие. Видовой состав рыб к низовьям обедняется, но увеличиваются их размеры.

Заболоченные участки и болота бывают низинные (имеют, как правило, питание подземными водами) и верховые (питаются атмосферными осадками). Верховые могут встречаться в любом понижении или даже на склонах гор, низинные возникают вследствие зарастания озер и речных стариц. Здесь распространены болотные растения. Болотные почвы и торфяники содержат много углерода. Их сельскохозяйственная обработка приводит к выделению в атмосферу большого количества углекислого газа.

Морские экосистемы

Область континентального шельфа является самой богатой в фаунистическом отношении. Прибрежная зона очень благоприятна по условиям питания, даже в дождевых тропических лесах нет такого разнообразия жизни, как здесь.

Районы апвеллинга расположены вдоль западных пустынных берегов континентов. Здесь наблюдается апвеллинг — подъем холодных вод с глубины океана, так как ветры перемещают воду от крутого материкового склона, а взамен ей из глубины поднимается вода, обогащенная биогенными элементами. Эти районы богаты рыбой и птицами, живущими на островах.

Эстуарии, лиманы, устья рек, прибрежные бухты и т.д. — прибрежные водоемы, представляющие собой экотоны между пресноводными и морскими экосистемами. Это высокопродуктивные районы, где наблюдается аутвеллинг — привнос биогенных элементов с суши. Они обычно входят в литоральную зону и подвержены приливам и отливам. Здесь встречаются болотные и морские травы, водоросли, рыба, крабы, креветки, устрицы и т.д.

Открытый океан беден биогенными элементами. Эти районы можно считать «пустынями» по сравнению с прибрежными водами. Арктические и антарктические зоны более продуктивны, так как плотность планктона растет при переходе от теплых морей к холодным, и фауна рыб и китообразных здесь значительно богаче. Продуцентом выступает фитопланктон, им питается зоопланктон, а тем в свою очередь нектон. Видовое разнообразие фауны снижается с глубиной. На глубине в стабильных местообитаниях сохранились виды из далеких геологических эпох.

Глубоководные рифтовые зоны океана находятся на глубине около 3000 м и более. Условия жизни в экосистемах глубоководных рифтовых зон очень своеобразны. Это полная темнота, огромное давление, пониженная температура воды, недостаток пищевых ресурсов, высокая концентрация сероводорода и ядовитых металлов, встречаются выходы горячих подземных вод, и т.д. В результате живущие здесь организмы претерпели следующие адаптации: редукция плавательного пузыря у рыб или заполнение его полости жировой тканью, атрофирование органов зрения, развитие органов светосвечения и др. Живые организмы представлены гигантскими червями (погонофора-ми),

крупными двустворчатыми моллюсками, креветками, крабами и отдельными видами рыб. Продуцентами выступают сероводородные бактерии, живущие в симбиозе с моллюсками.

Антропогенные экосистемы: агроэкосистемы и урбосистемы

Агроэкосистемы (сельскохозяйственные экосистемы, агроценозы) — искусственные экосистемы, возникающие в результате сельскохозяйственной деятельности человека (пашни, сенокосы, пастбища). Агроэкосистемы создаются человеком для получения высокой чистой продукции автотрофов (урожае). В них, так же как в естественных сообществах, имеются продуценты (культурные растения и сорняки), консументы (насекомые, птицы, мыши и т.д.) и редуценты (грибы и бактерии). Обязательным звеном пищевых цепей в агроэкосистемах является человек.

Отличия агроценозов от естественных биоценозов:

- незначительное видовое разнообразие (агроценоз состоит из небольшого числа видов, имеющих высокую численность);
- короткие цепи питания;
- неполный круговорот веществ (часть питательных элементов выносятся с урожаем);
- источником энергии является не только Солнце, но и деятельность человека (мелиорация, орошение, применение удобрений);
- искусственный отбор (действие естественного отбора ослаблено, отбор осуществляет человек);
- отсутствие саморегуляции (регуляцию осуществляет человек) и др.

Таким образом, агроценозы являются неустойчивыми системами и способны существовать только при поддержке человека.

Урбосистемы (урбанистические системы) — искусственные системы (экосистемы), возникающие в результате развития городов, и представляющие собой средоточие населения, жилых зданий, промышленных, бытовых, культурных объектов и т.д. В их составе можно выделить следующие территории: промышленные зоны, где сосредоточены промышленные объекты различных отраслей хозяйства и являющиеся основными источниками загрязнения окружающей среды; жилые зоны (жилые или спальные районы) с жилыми домами, административными зданиями, объектами быта, культуры и т.п.; рекреационные зоны, предназначенные для отдыха людей (лесопарки, базы отдыха и т.п.); транспортные системы и сооружения, пронизывающие всю городскую систему (автомобильные и железные дороги, метрополитен, заправочные станции, гаражи, аэродромы и т.п.). Существование урбосистем поддерживается за счет агроэкосистем и энергии горючих ископаемых и атомной промышленности.

БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Геосферы Земли

Общая характеристика планеты Земля

Земля — третья планета от Солнца, одна из девяти планет Солнечной системы.

Место планеты Земля в иерархической организации Вселенной: Вселенная —> Метагалактика (скопление галактик) — наша Галактика (галактика Млечного пути) — Солнечная система - Земля. Земля, как и остальные планеты, обращается вокруг Солнца по эллиптической орбите. Одновременно она вращается вокруг собственной оси.

Мировой океан занимает 71 % поверхности Земли, суша только 29%. Суша распределена среди Мирового океана неравномерно. В северном полушарии она занимает 39 % общей площади, а в южном — 19%. В южном полушарии, в отличие от северного, в умеренных широтах (50—60°) суши почти нет, зато в полярной области находится материк — Антарктида.

Возраст планеты Земля составляет около 4,6 млрд лет. В течение этого времени на Земле происходили процессы превращения и перемещения материи, в результате чего земной шар расчленился на ряд оболочек, или геологических сфер (геосфер). Выделяют различные сферы Земли: ядро, мантию, земную кору, педосферу, литосферу, атмосферу, гидросферу, педосферу, биосферу, ноосферу и др. Атмосфера (греч. «атмос» — пар) — воздушная оболочка Земли. Гидросфера (греч. «гидора» — вода) — водная оболочка Земли. Литосфера (греч. «литое» — камень) — твердая оболочка земного шара. Педосфера (лат. «педис» — нога, стопа) — оболочка Земли, образуемая почвенным покровом. Биосфера (греч. «биос» — жизнь) — оболочка Земли, преобразованная живыми организмами. Ноосфера (греч. «ноо» — разум) — оболочка Земли, преобразованная деятельностью человека.

Слои Земли имеют разный химический состав, что объясняют дифференциацией первичного вещества планеты. В ходе формирования планеты более тяжелые элементы (железо, никель и др.) «тонули» и образовали ядро, а относительно легкие (кремний, алюминий и др.) «всплывали» и сформировали земную кору. Одновременно из расплава выделялись газы, образовавшие атмосферу, и пары воды, которые сформировали гидросферу. В результате на Земле сложились условия благоприятные для развития жизни. Живые организмы сформировали особую оболочку — биосферу. С возникновением человека биосфера вступает в новую стадию развития — ноосферу.

Атмосфера

Атмосфера — сплошная воздушная оболочка Земли. Атмосфера окружает Землю до высоты 3 тыс. км. Она состоит из смеси газов и пылевидных частиц. В сухом чистом воздухе в объемных процентах содержится 78 % азота, 21 % кислорода, 0,9 % аргона, 0,03 % углекислого газа и около 0,003 % смеси неона, гелия, криптона, ксенона, оксидов азота, метана, водорода, паров воды и озона. На долю водяного пара приходится до 3 % объема атмосферы. Большая часть пыли в составе атмосферы поднята с поверхности Земли, но также присутствует космическая и бактериальная пыль.

Состав и свойства атмосферы на разных высотах неодинаковы, поэтому ее подразделяют на тропо-, страто-, мезо-, термо- и экзосферы. Последние три слоя иногда рассматривают как ионосферу.

Тропосфера (от 0 до 7 км у полюсов и до 18 км у экватора). В тропосфере сосредоточен весь водяной пар и 4/5 массы атмосферы. Здесь развиваются все

погодные явления. Погода и климат на Земле зависят от распределения тепла, давления и содержания водяного пара в атмосфере. Водяной пар поглощает солнечную радиацию, увеличивает плотность воздуха и является источником всех осадков. Температура тропосферы с высотой уменьшается и на высоте 10-12 км достигает минус 55 °С.

Стратосфера (до 40 км). Температура постепенно возрастает до 0 °С. На высоте 22—24 км наблюдается максимальная концентрация озона (озоновый слой). Он поглощает большую часть губительного для живых организмов жесткого излучения Солнца.

Мезосфера (до 80 км). Температура падает до минус 60-80 °С. Наблюдается высокое содержание ионов газов, являющихся причиной возникновения полярных сияний.

Термосфера (до 800 км). Характеризуется ростом температуры. Увеличивается содержание легких газов — водорода и гелия — и заряженных частиц.

Экзосфера (до 1500-2000 (3000) км). Здесь происходит рассеивание (диссипация) атмосферных газов в космическое пространство.

Гидросфера

Гидросфера — прерывистая водная оболочка Земли. Располагается между атмосферой и литосферой и включает в себя все океаны, моря, озера, реки, а также подземные воды, льды, снега полярных и высокогорных районов. Гидросферу делят на поверхностную и подземную,

Поверхностная гидросфера — водная оболочка поверхностной части Земли. В ее состав входят воды океанов, морей, озер, рек, водохранилищ, болот, ледников, снежных покровов и др. Поверхностная гидросфера покрывает земную поверхность на 70,8 %.

Подземная гидросфера — включает воды, находящиеся в верхней части земной коры. Их называют подземными. Сверху подземная гидросфера ограничена поверхностью земли, нижнюю ее границу проследить невозможно, так как гидросфера очень глубоко проникает в толщу земной коры.

По отношению к объему земного шара общий объем гидросферы не превышает 0,13 %. Основную часть гидросферы (96,53 %) составляет Мировой океан. На долю подземных вод приходится 1,69 % от общего объема гидросферы, остальное — воды рек, озер и ледников.

Более 98 % всех водных ресурсов Земли составляют соленые воды океанов, морей и др., пресных вод — около 2 %. Основная часть пресных вод сосредоточена в ледниках, воды которых пока используются очень мало. На долю остальной части пресных вод, пригодных для водоснабжения, приходится всего лишь 0,3 % объема гидросферы.

Литосфера и внутреннее строение Земли

Во внутреннем строении Земли выделяют три основных слоя: земную кору, мантию и ядро.

Земная кора располагается в среднем до глубины 35 км (до 5—15 км под океанами и до 35-70 км под континентами). В состав земной коры входят все известные химические элементы. Преобладают O {49,1 %}, Si (26 %), Al (7,4 %),

Fe (4,2 %), Ca (3,3 %), Na (2,4 %), K (2,4 %), Mg (2,4 %).

Мантия располагается между земной корой и ядром и распространяется до глубины 2900 км. Здесь преобладают O, Si, Fe, Mg, Ni. Внутри мантии с глубины 50-100 км под океанами и 100-250 км под континентами начинается слой вещества по состоянию близкого к плавлению, так называемая астеносфера. Земная кора вместе с верхним твердым слоем мантии над астеносферой называется литосферой. Литосфера — внешняя твердая оболочка земного шара. Это относительно хрупкая оболочка. Она разбита глубинными разломами на крупные блоки — литосферные плиты, которые медленно перемещаются по астеносфере в горизонтальном направлении.

Ядро располагается ниже мантии на глубине от 2900 км до 6371 км. Оно состоит из Fe и Ni.

Педосфера (почвенный покров)

Педосфера (почвенный покров) — оболочка Земли, образуемая почвенным покровом; верхняя (дневная) часть литосферы на суше. Почва — это поверхностный горизонт земной коры, образующий небольшой по мощности слой. Она формируется в результате взаимодействия, так называемых факторов почвообразования: климата, организмов, почвообразующих пород, рельефа местности, возраста страны (времени), хозяйственной деятельности человека. Так как эти факторы почвообразования и их сочетания неодинаковы в различных частях Земли, то и мир почв также отличается широким разнообразием. Каждая почва отличается особым строением и отражает местные природные условия.

Академик В.И. Вернадский назвал почвы «благородной ржавчиной Земли». Это тончайшая поверхностная оболочка суши. Верхняя граница почвы — поверхность раздела между почвой и атмосферой, нижняя граница — глубина проникновения почвообразовательных процессов. Мощность (толщина) современных зональных почв около 80-150 см, с колебаниями от нескольких сантиметров до 2,5—3,0 метра.

Почва является неотъемлемым компонентом наземных биогеоценозов. Она осуществляет сопряжение (взаимодействие) большого геологического и малого биологического круговоротов веществ. Почва — уникальное по сложности вещественного состава природное образование. Вещество почвы представлено четырьмя физическими фазами: твердой (минеральные и органические частицы), жидкой (почвенный раствор), газообразной (почвенный воздух) и живой (организмы). Для почв характерна сложная пространственная организация и дифференциация признаков, свойств и процессов.

Важнейшее свойство почв — плодородие — способность почв удовлетворять потребность растений в элементах питания и воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством тепла и воздуха для нормальной деятельности и создания урожая.

Строение и границы биосферы

Биосфера (от греч. bios — жизнь и sphaira — шар) — оболочка Земли, состав,

структура и свойства которой в той или иной степени. Строение и свойства биосферы определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.

Термин «биосфера» впервые применил Э.Зюсс (1875), понимавший ее как тонкую пленку жизни на земной поверхности, в значительной мере определяющую «Лик Земли». Однако заслуга создания целостного учения о биосфере принадлежит В.И. Вернадскому, так как именно он развил представление о живом веществе как огромной геологической (биогеохимической) силе, преобразующей свою среду обитания. Большое влияние на В.И. Вернадского оказали работы В.В. Докучаева о почве как о естественно-историческом теле. Основы учения о биосфере, изложенные В.И. Вернадским в 1926 г. в книге «Биосфера» и разрабатывавшиеся им до конца жизни, сохраняют свое значение в современной науке.

Границы биосферы. Биосфера имеет определенные границы. Она занимает нижнюю часть атмосферы, верхние слои литосферы, поверхность суши и всю гидросферу. Границы биосферы в большой степени условны. Обычно считают, что верхняя граница биосферы находится на высоте 22—24 км от поверхности Земли, где образуется озоновый экран. Здесь свободный кислород под влиянием солнечной радиации превращается в озон ($O_2 \rightarrow O_3$), который образует экран и отражает губительные для живых организмов космические излучения и частично ультрафиолетовые лучи. Нижняя граница биосферы проходит по литосфере на глубине 3—4 км, а по гидросфере по дну Мирового океана, местами свыше 11 км. Более широкое распространение живых организмов ограничено лимитирующими факторами. Так, проникновению вверх препятствует космическое излучение, а проникновению вглубь — высокая температура земных недр.

Вещество биосферы. В.И. Вернадский рассматривал биосферу как область жизни, включающую наряду с организмами и среду их обитания. Он выделил в биосфере 7 разных, но геологически взаимосвязанных типов веществ. По В.И. Вернадскому, вещество биосферы состоит из нескольких компонентов.

1. Живое вещество — совокупность всех живых организмов, населяющих нашу планету.

2. Косное вещество — совокупность всех неживых тел, образующихся в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов (породы магматического и метаморфического происхождения, некоторые осадочные породы).

3. Биогенное вещество — совокупность неживых тел, образованных в результате жизнедеятельности живых организмов (некоторые осадочные породы: известняки, мел и др., а также нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы и др.).

4. Биокосное вещество — совокупность биокосных тел, представляющих собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почвы, илы, кора выветривания и др.).

5. Радиоактивное вещество.

6. Рассеянные атомы.

7. Вещество космического происхождения (метеориты, космическая пыль).

Классификация вещества биосферы, предложенная Вернадским, с логической

точки зрения не является безупречной, так как выделенные категории вещества частично перекрывают друг друга. Так, вещество космического происхождения одновременно является и косным. Атомы многих элементов являются и радиоактивными и рассеянными одновременно. При этом и атомы радиоактивных элементов, и рассеянные атомы могут входить в состав как живого, так и косного вещества. «Биокосное вещество», то его нельзя рассматривать в качестве особого типа вещества, поскольку оно состоит из двух веществ — живого и косного. По своему характеру это не вещество, а динамическая система, что подчеркивает и сам Вернадский.

Распределение жизни в биосфере

Масса живого вещества составляет лишь 0,01 % от массы всей биосферы. Тем не менее живое вещество биосферы — это главнейший ее компонент.

Важнейшим свойством живого вещества является способность к воспроизводству и распространению по планете. Живое вещество распространено в биосфере неравномерно: пространства, густо заселенные организмами, чередуются с менее заселенными территориями.

Наибольшая концентрация жизни в биосфере наблюдается на границах соприкосновения земных оболочек: атмосферы и литосферы (поверхность суши), атмосферы и гидросферы (поверхность океана), гидросферы и литосферы (дно океана), и особенно на границе трех оболочек — атмосферы, литосферы и гидросферы (прибрежные зоны). Эти места наибольшей концентрации жизни В.И. Вернадский назвал «пленками жизни». Вверх и вниз от этих поверхностей концентрация живой материи уменьшается.

В настоящее время по видовому составу на Земле преобладают животные (более 2,0 млн видов) над растениями (0,5 млн). В то же время, запасы фитомассы составляют 99 % запасов живой биомассы Земли. Биомасса суши в 1000 раз превышает биомассу океана. На суше биомасса и количество видов организмов в целом увеличивается от полюсов к экватору.

Функции живого вещества

Живое вещество обеспечивает биогеохимический круговорот веществ и превращение энергии в биосфере. Выделяют следующие основные геохимические функции живого вещества:

1. Энергетическая (биохимическая) — связывание и запасание солнечной энергии в органическом веществе, и последующее рассеяние энергии при потреблении и минерализации органического вещества. Эта функция связана с питанием, дыханием, размножением и другими процессами жизнедеятельности организмов.

2. Газовая — способность изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом. С газовой функцией связывают два переломных периода (точки) в развитии биосферы. Первая из них относится ко времени, когда содержание кислорода в атмосфере достигло примерно 1 % от современного уровня (первая точка Пастера). Это обусловило появление первых аэробных организмов (способных жить только в среде, содержащей кислород). С этого времени восстановительные процессы в биосфере стали дополняться

окислительными. Это произошло примерно 1,2 млрд лет назад. Вторым переломным периодом связывают со временем, когда концентрация кислорода достигла примерно 10 % от современной (вторая точка Пастера). Это создало условия для синтеза озона и образования озонового слоя в верхних слоях атмосферы, что обусловило возможность освоения организмами суши (до этого функцию защиты организмов от губительных ультрафиолетовых лучей выполняла вода, под слоем которой возможна была жизнь).

3. Концентрационная — «захват» из окружающей среды живыми организмами и накопление в них атомов биогенных химических элементов. Концентрационная способность живого вещества повышает содержание атомов химических элементов в организмах по сравнению с окружающей средой на несколько порядков. Содержание углерода в растениях в 200 раз, а азота в 30 раз превышает их уровень в земной коре. Содержание марганца в некоторых бактериях может быть в миллионы раз больше, чем в окружающей среде. Результат концентрационной деятельности живого вещества — образование залежей горючих ископаемых, известняков, рудных месторождений и т.п.

4. Окислительно-восстановительная — окисление и восстановление различных веществ с помощью живых организмов. Под влиянием живых организмов происходит интенсивная миграция атомов элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, S, P, N и др.), создаются их новые соединения, происходит отложение сульфидов и минеральной серы, образование сероводорода и т.п.

5. Деструктивная — разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности, в том числе и после их смерти, как остатков органического вещества, так и косных веществ. Наиболее существенную роль в этом отношении выполняют редуценты (деструкторы) — сапротрофные грибы и бактерии.

6. Транспортная — перенос вещества и энергии в результате активной формы движения организмов. Такой перенос может осуществляться на огромные расстояния, например, при миграциях и кочевках животных. С транспортной функцией в значительной мере связана концентрационная роль сообществ организмов, например, в местах их скопления (птичьи базары и другие колониальные поселения).

7. Средообразующая — преобразование физико-химических параметров среды. Эта функция является в значительной мере интегральной — представляет собой результат совместного действия других функций. Она имеет разные масштабы проявления. Результатом средообразующей функции является и вся биосфера, и почва как одна из сред обитания, и более локальные структуры.

8. Рассеивающая — функция противоположная концентрационной — рассеивание веществ в окружающей среде. Она проявляется через трофическую и транспортную деятельность организмов. Например, рассеивание вещества при выделении организмами экскрементов, смене покровов и т.п. Железо гемоглобина крови рассеивается кровососущими насекомыми.

9. Информационная — накопление живыми организмами определенной информации, закрепление ее в наследственных структурах и передача последующим поколениям. Это одно из проявлений адаптационных механизмов.

10. Биогеохимическая деятельность человека — превращение и перемещение веществ биосферы в результате человеческой деятельности для

хозяйственных и бытовых нужд человека. Например, использование концентраторов углерода — нефти, угля, газа и др.

Свойства биосферы

Целостность и дискретность. Целостность биосферы обусловлена тесной взаимосвязью слагающих ее компонентов. Она достигается круговоротом вещества и энергии. Изменение одного компонента неизбежно приводит к изменению других и биосферы в целом. При этом биосфера — не механическая сумма компонентов, а качественно новое образование, обладающее своими особенностями и развивающееся как единое целое. Биосфера — система с прямыми и обратными (отрицательными и положительными) связями, которые, в конечном счете, обеспечивают механизмы ее функционирования и устойчивости. На понимании целостности биосферы основывается теория и практика рационального природопользования. Учет этой закономерности позволяет предвидеть возможные изменения в природе, дать прогноз результатам воздействия человека на природу.

Централизованность. Центральным звеном биосферы выступают живые организмы {живое вещество}. Это свойство, к сожалению, часто недооценивается человеком и в центр биосферы ставится только один вид — человек (идеи антропоцентризма).

Устойчивость и саморегуляция. Биосфера способна возвращаться в исходное состояние, гасить возникающие возмущения, создаваемые внешними и внутренними воздействиями, включением определенных механизмов. Гомеостатические механизмы биосферы связаны в основном с живым веществом, его свойствами и функциями. Биосфера за свою историю пережила ряд таких возмущений, многие из которых были значительными по масштабам (извержения вулканов, встречи с астероидами, землетрясения и т.п.). Гомеостатические механизмы биосферы подчинены принципу Ле Шателье—Брауна: при действии на систему сил, выводящих ее из состояния устойчивого равновесия, последнее смещается в том направлении, при котором эффект этого воздействия ослабляется.

Ритмичность. Биосфера проявляет ритмичность развития — повторяемость во времени тех или иных явлений. В природе существуют ритмы разной продолжительности. Основные из них — суточный, годовой, внутривековые и сверхвековые. Суточный ритм проявляется в изменении температуры, давления и влажности воздуха, облачности, силы ветра, в явлениях приливов и отливов, циркуляции бризов, процессах фотосинтеза у растений, поведении животных. Годовая ритмика — это смена времен года, изменения в интенсивности почвообразования и разрушения горных пород, сезонность в хозяйственной деятельности человека. Суточная ритмика, как известно, обусловлена вращением Земли вокруг оси, годовая — движением Земли по орбите вокруг Солнца. Разные экосистемы обладают различной суточной и годовой ритмикой. Годовая ритмика лучше всего выражена в умеренном поясе и очень слабо — в экваториальном. Наблюдаются и более продолжительные ритмы (11, 22—23, 80—90 лет и др.). Ритмические явления не повторяют полностью в конце ритма того состояния природы, которое было в его начале. Именно этим и объясняется направленное

развитие природных процессов.

Круговорот веществ и энергозависимость. Биосфера — открытая система. Ее существование невозможно без поступления энергии извне. Основная доля приходится на энергию Солнца. В отличие от количества солнечной энергии, количество атомов вещества на Земле ограничено. Круговорот веществ обеспечивает неисчерпаемость отдельных атомов химических элементов. При отсутствии круговорота, например, за короткое время был бы исчерпан основной «строительный материал» живого — углерод.

Горизонтальная зональность и высотная поясность. Общебиосферной закономерностью является **горизонтальная зональность** — закономерное изменение природной среды по направлению от экватора к полюсам. Зональность обусловлена неодинаковым количеством поступающего на разные широты тепла в связи с шарообразной формой Земли. Зональны климат, воды суши и океана, процессы выветривания, некоторые формы рельефа, образующиеся под влиянием внешних сил (поверхностных вод, ветра, ледников), растительность, почвы, животный мир.

Наиболее крупные зональные подразделения — географические пояса. Они отличаются друг от друга температурными условиями, а также общими особенностями циркуляции атмосферы, почвенно-растительного покрова и животного мира. На суше выделяются следующие географические пояса: экваториальный и в каждом полушарии субэкваториальный, тропический, субтропический, умеренный, а также в Северном полушарии субарктический и арктический, а в Южном — субантарктический и антарктический. Аналогичные по названию пояса выявлены и в Мировом океане. Географические пояса протягиваются преимущественно в широтном направлении.

Внутри поясов по соотношению тепла и влаги выделяются природные зоны, названия которых определяются по преобладающему в них типу растительности. Так, например, в субарктическом поясе это зоны тундры и лесотундры, в умеренном поясе — зоны лесов, лесостепи, степи, полупустынь и пустынь, в тропическом поясе — зоны лесов, редколесий и саванн, полупустынь и пустынь. Как правило, они совпадают с основными и переходными типами природных экосистем (биомами и экотонами). В связи с неоднородностью земной поверхности, а, следовательно, и увлажнения в различных частях материков зоны не всегда имеют широтное простираение.

Зональность характерна и для Мирового океана. От экватора к полюсам изменяются свойства поверхностных вод (температура, соленость, плотность и прозрачность, интенсивность волнения и др.), а также состав растительности и животного мира.

Высотная поясность — закономерная смена природной среды с подъемом в горы от их подножия до вершин. Она обусловлена изменением климата с высотой: понижением температуры (на 0,6 °С на каждые 100 м подъема) и до определенной высоты (до 2—3 км) увеличением осадков. Смена поясов в горах происходит в той же последовательности, как и на равнине при движении от экватора к полюсам. Отличием является присутствие в горах особого пояса субальпийских и альпийских лугов, которого нет на равнинах. Высотная поясность начинается в горах с аналога той горизонтальной зоны, в пределах которой

расположены горы. Так, в горах находящихся в степной зоне, нижний пояс горно-степной, в лесной — горно-лесной и т.д. Количество высотных поясов зависит от высоты гор и их местоположения.

Большое разнообразие. Биосфера — система, характеризующаяся большим разнообразием. Это свойство обусловлено следующими причинами: разными средами жизни (водной, наземно-воздушной, почвенной, организменной); разнообразием природных зон, различающихся по климатическим, гидрологическим, почвенным, биотическим и другим свойствам; наличием регионов, различающихся по химическому составу (геохимические провинции); биологическим разнообразием живых организмов.

В настоящее время описано более 2 млн видов. Однако реальное число видов на Земле в несколько раз больше, чем их описано. Не учтены многие насекомые и микроорганизмы, особенно в тропических лесах, глубинных частях океанов и в других малоисследованных местообитаниях. Кроме этого, современный видовой состав — это лишь небольшая часть видового разнообразия, которое принимало участие в процессах биосферы за период ее существования. Каждый вид имеет определенную продолжительность жизни (10—30 млн лет), поэтому число видов, принимавших участие в эволюции биосферы, исчисляется сотнями миллионов. Считается, что к настоящему времени арену биосферы оставили более 95% видов.

Разнообразие обеспечивает возможность дублирования, подстраховки, замены одних звеньев другими, степень сложности и прочности пищевых и другие связи. Поэтому разнообразие рассматривают как основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

К сожалению, практически вся без исключения деятельность человека подчинена упрощению экосистем любого ранга. Сюда следует отнести и уничтожение отдельных видов или резкое уменьшение их численности, и создание агроценозов на месте сложных природных систем. Например, полностью исчезли с лица земли степи как тип экосистем и ландшафтов, резко уменьшились площади лесов (до появления человека они занимали примерно 70% суши, а сейчас — не более 20—23%). Идет дальнейшее, невиданное по масштабам, уничтожение лесных экосистем, особенно наиболее ценных и сложных тропических, спрямление русел рек, создание промышленных районов и т.п.

Простые экосистемы с малым разнообразием удобны для эксплуатации, они позволяют в короткое время получить значительный объем нужной продукции {например, с сельскохозяйственных полей}, но за это приходится рассчитывать на снижение устойчивости экосистем, их распадом и деградацией среды.

Не случайно, что биологическое разнообразие отнесено Конференцией ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.) к числу трех важнейших экологических проблем, по которым приняты специальные Заявления или Конвенции. Кроме сохранения разнообразия, такие конвенции приняты по сохранению лесов и по предотвращению изменений климата.

Круговорот веществ в биосфере

Типы круговоротов веществ. Биосфера Земли характеризуется определенным образом сложившимися круговоротом веществ и потоком энергии. Круговорот

веществ — многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе в тех слоях, которые входят в состав биосферы Земли. Круговорот веществ осуществляется при непрерывном поступлении (потоке) внешней энергии Солнца и внутренней энергии Земли.

В зависимости от движущей силы, с определенной долей условности, внутри круговорота веществ можно выделить геологический, биологический и антропогенный круговороты. До возникновения человека на Земле осуществлялись только первые два.

Геологический круговорот (большой круговорот веществ в природе) — круговорот веществ, движущей силой которого являются экзогенные и эндогенные геологические процессы.

Эндогенные процессы (процессы внутренней динамики) происходят под влиянием внутренней энергии Земли. Это энергия, выделяющаяся в результате радиоактивного распада, химических реакций образования минералов, кристаллизации горных пород и т.д. К эндогенным процессам относятся: тектонические движения, землетрясения, магматизм, метаморфизм. Экзогенные процессы {процессы внешней динамики) протекают под влиянием внешней энергии Солнца. Экзогенные процессы включают выветривание горных пород и минералов, удаление продуктов разрушения с одних участков земной коры и перенос их на новые участки, отложение и накопление продуктов разрушения с образованием осадочных пород. К экзогенным процессам относятся геологическая деятельность атмосферы, гидросферы (рек, временных водотоков, подземных вод, морей и океанов, озер и болот, льда), а также живых организмов и человека.

Крупнейшие формы рельефа (материки и океанические впадины) и крупные формы (горы и равнины) образовались за счет эндогенных процессов, а средние и мелкие формы рельефа (речные долины, холмы, овраги, барханы и др.), наложенные на более крупные формы, — за счет экзогенных процессов. Таким образом, эндогенные и экзогенные процессы противоположны по своему действию. Первые ведут к образованию крупных форм рельефа, вторые — к их сглаживанию.

Магматические горные породы в результате выветривания преобразуются в осадочные. В подвижных зонах земной коры они погружаются вглубь Земли. Там под влиянием высоких температур и давлений они переплавляются и образуют магму, которая поднимаясь на поверхность и застывая образует магматические породы.

Таким образом, геологический круговорот веществ протекает без участия живых организмов и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими слоями Земли.

Биологический (биогеохимический) круговорот (малый круговорот веществ в биосфере) — круговорот веществ, движущей силой которого является деятельность живых организмов. В отличие от большого геологического, малый биогеохимический круговорот веществ совершается в пределах биосферы. Главным источником энергии круговорота является солнечная радиация, которая порождает фотосинтез. В экосистеме органические вещества синтезируются автотрофами из неорганических веществ. Затем они потребляются гетеротрофами. В

результате выделения в процессе жизнедеятельности или после гибели организмов (как автотрофов, так и гетеротрофов) органические вещества подвергаются минерализации, то есть превращению в неорганические вещества. Эти неорганические вещества могут быть вновь использованы для синтеза автотрофами органических веществ.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части;

- 1) резервный фонд — это часть вещества, не связанная с живыми организмами;
- 2) обменный фонд — значительно меньшая часть вещества, которая связана прямым обменом между организмами и их непосредственным окружением.

В зависимости от расположения резервного фонда биогеохимические круговороты можно разделить на два типа:

- 1) Круговороты газового типа с резервным фондом веществ в атмосфере и гидросфере (круговороты углерода, кислорода, азота).
- 2) Круговороты осадочного типа с резервным фондом в земной коре (круговороты фосфора, кальция, железа и др.).

Круговороты газового типа более совершенны, так как обладают большим обменным фондом, а значит способны к быстрой саморегуляции. Круговороты осадочного типа менее совершенны, они более инертны, так как основная масса вещества содержится в резервном фонде земной коры в «недоступном» живым организмам виде. Такие круговороты легко нарушаются от различного рода воздействий и часть обмениваемого материала выходит из круговорота. Возвратиться опять в круговорот она может лишь в результате геологических процессов или путем извлечения живым веществом. Однако извлечь нужные живым организмам вещества из земной коры гораздо сложнее, чем из атмосферы.

Интенсивность биологического круговорота в первую очередь определяется температурой окружающей среды и количеством воды. Так, например, биологический круговорот интенсивнее протекает во влажных тропических лесах, чем в тундре. Кроме того, в тундре биологические процессы протекают только в теплое время года.

С появлением человека возник антропогенный круговорот или обмен веществ. **Антропогенный круговорот (обмен)** — круговорот (обмен) веществ, движущей силой которого является деятельность человека. В нем можно выделить две составляющие: биологическую, связанную с функционированием человека как живого организма, и техническую, связанную с хозяйственной деятельностью людей (техногенный круговорот (обмен)).

Геологический и биологический круговороты в значительной степени замкнуты, чего нельзя сказать об антропогенном круговороте. Поэтому часто говорят не об антропогенном круговороте, а об антропогенном обмене веществ. Незамкнутость антропогенного круговорота веществ приводит к истощению природных ресурсов и загрязнению природной среды. Именно они и являются основной причиной всех экологических проблем человечества.

Круговороты основных биогенных веществ и элементов. Рассмотрим круговороты наиболее значимых для живых организмов веществ и элементов. Круговорот воды относится к большому геологическому, а круговороты

биогенных элементов (углерода, кислорода, азота, фосфора, серы и других биогеохимических элементов) — к малому биогеохимическому.

Круговорот воды между сушей и океаном через атмосферу относится к большому геологическому круговороту. Вода испаряется с поверхности Мирового океана и либо переносится на сушу, где выпадает в виде осадков, которые вновь возвращаются в океан в виде поверхностного и подземного стока, либо выпадает в виде осадков на поверхность океана. В круговороте воды на Земле ежегодно участвует более 500 тыс. км³ воды. Круговорот воды в целом играет основную роль в формировании природных условий на нашей планете. С учетом транспирации воды растениями и поглощения ее в биогеохимическом цикле, весь запас воды на Земле распадается и восстанавливается за 2 млн лет.

Круговорот углерода. Продуценты улавливают углекислый газ из атмосферы и переводят его в органические вещества, консументы поглощают углерод в виде органических веществ с телами продуцентов и консументов низших порядков, редуценты минерализуют органические вещества и возвращают углерод в атмосферу в виде углекислого газа. В Мировом океане круговорот углерода усложнен тем, что часть углерода, содержащегося в мертвых организмах, опускается на дно и накапливается в осадочных породах. Эта часть углерода выключается из биологического круговорота и поступает в геологический круговорот веществ.

Главным резервуаром биологически связанного углерода являются леса, они содержат до 500 млрд т этого элемента, что составляет 2/3 его запаса в атмосфере. Вмешательство человека в круговорот углерода (сжигание угля, нефти, газа, дегумификация) приводит к возрастанию содержания CO₂ в атмосфере и развитию парникового эффекта.

Скорость круговорота CO₂, то есть время, за которое весь углекислый газ атмосферы проходит через живое вещество, составляет около 300 лет.

Круговорот кислорода. Главным образом круговорот кислорода происходит между атмосферой и живыми организмами. В основном свободный кислород (O₂) поступает в атмосферу в результате фотосинтеза зеленых растений, а потребляется в процессе дыхания животными, растениями и микроорганизмами, и при минерализации органических остатков. Незначительное количество кислорода образуется из воды и озона под воздействием ультрафиолетовой радиации. Большое количество кислорода расходуется на окислительные процессы в земной коре, при извержении вулканов и т.д. Основная доля кислорода продуцируется растениями суши — почти 3/4, остальная часть — фотосинтезирующими организмами Мирового океана. Скорость круговорота — около 2 тыс. лет.

Установлено, что на промышленные и бытовые нужды ежегодно расходуется 23 % кислорода, который образуется в процессе фотосинтеза, и эта цифра постоянно возрастает.

Круговорот азота. Запас азота (N₂) в атмосфере огромен (78% от ее объема). Однако растения поглощать свободный азот не могут, а только в связанной форме, в основном в виде NH₄⁺ или NO₃⁻. Свободный азот из атмосферы связывают азотфиксирующие бактерии и переводят его в доступные растениям формы. В растениях азот закрепляется в органическом веществе (в белках,

нуклеиновых кислотах и пр.) и передается по цепям питания. После отмирания живых организмов, редуценты минерализуют органические вещества и превращают их в аммонийные соединения, нитраты, нитриты, а также в свободный азот, который возвращается в атмосферу.

Нитраты и нитриты хорошо растворимы в воде и могут мигрировать в подземные воды и растения и передаваться по пищевым цепям. Если их количество излишне велико, что часто наблюдается при неправильном применении азотных удобрений, то происходит загрязнение вод и продуктов питания, и вызывает заболевания человека.

Круговорот фосфора. Основная масса фосфора содержится в горных породах, образовавшихся в прошлые геологические эпохи. В биогеохимический круговорот фосфор включается в результате процессов выветривания горных пород.

В наземных экосистемах растения извлекают фосфор из почвы (в основном в **форме PO_4^{3-}**) и включают его в состав органических соединений (белков, нуклеиновых кислот, фосфолипидов и др.) или оставляют в неорганической форме. Далее фосфор передается по цепям питания. После отмирания живых организмов и с их выделениями фосфор возвращается в почву.

При неправильном применении фосфорных удобрений, водной и ветровой эрозии почв большие количества фосфора удаляются из почвы. С одной стороны, это приводит к перерасходу фосфорных удобрений и истощению запасов фосфорсодержащих руд (фосфритов, апатитов и др.). С другой стороны, поступление из почвы в водоемы больших количеств таких биогенных элементов как фосфор, азот, сера и др. вызывает бурное развитие сине-зеленых водорослей и других водных растений («цветение» воды) и эвтрофикацию водоемов. Но большая часть фосфора уносится в море.

В водных экосистемах фосфор усваивается фитопланктоном и передается по трофической цепи вплоть до морских птиц. Их экскременты (гуано) либо сразу попадают назад в море, либо сначала накапливаются на берегу, а затем все равно смываются в море. Из отмирающих морских животных, особенно рыб, фосфор снова попадает в море и в круговорот, но часть скелетов рыб достигает больших глубин и заключенный в них фосфор снова попадает в осадочные породы, то есть выключается из биогеохимического круговорота.

Круговорот серы. Основной резервный фонд серы находится в отложениях и почве, но в отличие от фосфора имеется резервный фонд и в атмосфере. Главная роль в вовлечении серы в биогеохимический круговорот принадлежит микроорганизмам. Одни из них восстановители, другие—окислители.

В горных породах сера встречается в виде сульфидов (FeS_2 и др.), в растворах — в форме иона (SO_4^{2-}), в газообразной фазе в виде сероводорода (H_2S) или сернистого газа (SO_2). В некоторых организмах сера накапливается в чистом виде (S) и при их отмирании на дне морей образуются залежи самородной серы.

По содержанию в морской среде сульфат-ион занимает второе место после хлора и является основной доступной формой серы, которая потребляется автотрофами и включается в состав белков.

В наземных экосистемах сера поступает в растения из почвы в основном в виде сульфатов. В живых организмах сера содержится в белках, в виде ионов и т.д.

После гибели живых организмов часть серы восстанавливается в почве микроорганизмами до H_2S , другая часть окисляется до сульфатов и вновь включается в круговорот. Образовавшийся сероводорода улетучивается в атмосферу, там окисляется и возвращается в почву с осадками.

Сжигание человеком ископаемого топлива (особенно угля), а также выбросы химической промышленности, приводят к накоплению в атмосфере сернистого газа (SO_2), который реагируя с парами воды, выпадает на землю в виде кислотных дождей.

Биогеохимические циклы, не столь масштабны как геологические и в значительной степени подвержены влиянию человека. Хозяйственная деятельность нарушает их замкнутость, они становятся ациклическими.

Ноосфера как стадия эволюции биосферы

Качественно новый этап развития биосферы наступил в современную эпоху, когда деятельность человека, преобразующая поверхность Земли, по своим масштабам стала соизмеримой с геологическими процессами. Как отмечал В.И. Вернадский, биогеохимическая роль человека за последнее столетие стала значительно превосходить роль других, даже наиболее активных в биогеохимическом отношении организмов. При этом использование природных ресурсов происходит без учета закономерностей развития и механизмов функционирования биосферы. В результате хозяйственной деятельности из биотического круговорота изымаются или существенно преобразуются большие территории (сведение и насаждение лесов, осушение болот, строительство городов, дорог, плотин, распашка целинных земель, создание водохранилищ и т.д.). Добыча полезных ископаемых, сжигание огромных количеств топлива, создание новых, не существовавших ранее в биосфере веществ, интенсифицируют круговорот веществ, изменяют состав и структуру слагающих его компонентов. Антропогенные воздействия на биосферу, принявшие глобальный характер (на Земле не осталось ни одного участка суши или моря, где нельзя было бы обнаружить следов деятельности человека), ставят под угрозу возможность поддержания гомеостаза в биосфере.

В 1944 г. В.И. Вернадский развил представление о переходе биосферы в ноосферу, то есть в такое ее состояние, когда развитие биосферы будет управляться разумом человека. Сам термин «биосфера» предложен Э. Леруа (1927) и П. Тейяром де Шарденом (1930).

Ноосфера — сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития.

По убеждению В.И. Вернадского, биосфера вступает в новую стадию своего развития — стадию ноосферы. На этой стадии человек разумный выступает как геохимическая сила невиданного масштаба. Особенность этой силы — ее разумность.

Кроме понятия «ноосфера», часто употребляют такие понятия как «антропосфера», «техносфера» и др.

Антропосфера — сфера Земли, где живет и куда временно проникает (с помощью спутников и т.п.) человечество. Понятие «антро-посфера» употребляют

для характеристики пространственного положения человечества и его хозяйственной деятельности.

Техносфера — часть биосферы (со временем, по-видимому, вся биосфера), преобразованная технической деятельностью человека.

Понятие «техносфера» используют, когда хотят подчеркнуть вещественную сторону отношений человек—природа, а также то, что на настоящем этапе хозяйственная деятельность людей не настолько разумна, чтобы говорить о ноосфере.

Надо отметить, что единства в терминологии по данному вопросу нет. Понятие «ноосфера» является самым общим, а другие понятия используют, когда хотят оттенить тот или иной аспект.

Можно выделить ряд основных признаков превращения биосферы в ноосферу:

1. Возрастание количества механически извлекаемого материала земной коры (рост разработки месторождений полезных ископаемых). Геохимическая деятельность человека становится сравнимой по масштабам с биологическими и геологическими процессами. В геологическом круговороте резко возрастает звено денудации.

2. Массовое потребление (сжигание) продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох (нефти, газа, каменного угля и пр.). Следствием является усиление парникового эффекта и глобальное потепление климата.

3. Рассеивание энергии, в отличие от ее накопления в биосфере до появления человека. Основным следствием является энергетическое загрязнение биосферы.

4. Образование в больших количествах веществ, ранее в биосфере отсутствовавших (чистые металлы, пластмассы и др.). В результате наблюдается химическое загрязнение биосферы — ее металлизация, загрязнение промышленными и другими отходами и т.д.

5. Создание, хотя и в ничтожно малых количествах, трансурановых химических элементов (плутония и др.). Освоение ядерной энергии за счет деления тяжелых ядер и (в обозримом будущем) термоядерной энергии за счет синтеза легких ядер. Возникает опасность теплового загрязнения биосферы и загрязнения радиоактивными отходами ядерной энергетики.

6. Расширение границ ноосферы за пределы Земли в связи с научно-техническим прогрессом. Возникновение космонавтики обеспечило выход человека за пределы родной планеты. Ноосфера в будущем займет большее пространство, чем биосфера до появления человека. Создается принципиальная возможность создания искусственных биосфер на других планетах.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Предмет и задачи природопользования и охраны природы

Понятие о природопользовании и охране природы

Ухудшение состояние окружающей природной среды в процессе взаимодействия человеческого общества и природы вызывает необ-

ходимость рационализации природопользования и охраны природы.

Природопользование (как практическая деятельность человека) — использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. **Природопользование (как наука)** — область знаний, разрабатывающая принципы рационального (разумного) природопользования.

В зависимости от последствий хозяйственной деятельности человека различают природопользование рациональное и нерациональное. **Рациональное природопользование** — хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и условий, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества. **Нерациональное природопользование** ведет к истощению (и даже исчезновению) природных ресурсов, загрязнению окружающей среды, нарушению экологического равновесия природных систем, то есть к экологическому кризису или катастрофе.

Причины нерационального природопользования различны. Это недостаточное познание законов экологии, слабая материальная заинтересованность производителей, низкая экологическая культура населения и т.д. Кроме того, в разных странах вопросы природопользования и охраны природы решаются по-разному в зависимости от целого ряда факторов: политических, экономических, социальных, нравственных и др.

Охрана природы (окружающей природной среды) — система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, и улучшение состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей. Иначе говоря, охрана природы — система мероприятий по оптимизации взаимоотношений человеческого общества и природы. В природоохранной деятельности различают охрану атмосферы, вод, недр, почв, растительности, животного мира.

Рациональное природопользование и охрана природы очень тесно связаны между собой. Это видно уже из определений этих понятий. Поэтому в одних случаях охрану природы рассматривают как составную часть природопользования, в других эти понятия не различают. Это зависит от того, что в конкретном случае подразумевают под природопользованием.

Мотивы рационального природопользования и охраны природы

В основе рационального природопользования и охраны природы лежат разные мотивы (аспекты): экономический, здравоохранительный, эстетический, научно-познавательный, воспитательный и др.

Экономический мотив — важнейший мотив как в прошлом, так и в настоящее время, ибо вся хозяйственная деятельность человека и само его

существование основаны на использовании природных ресурсов.

Здравоохранительный мотив возник относительно недавно в связи с усиливающимся загрязнением окружающей среды, результатом которого являются многочисленные заболевания и снижение продолжительности жизни населения.

Эстетический мотив подразумевает поддержание хотя бы отдельных природных комплексов в состоянии, способном удовлетворять эстетические потребности человека, которые не менее важны, чем все остальные.

Научно-познавательный мотив имеет в виду сохранение биологического разнообразия организмов, неизменных участков природы, ее отдельных произведений и т.д. с целью ее научного познания.

Воспитательный мотив подразумевает необходимость охраны природы для формирования духовных потребностей человека.

Конечная цель рационального природопользования и охраны природы — обеспечение благоприятных условий для жизни человека, развития хозяйства, науки, культуры и т.д., для удовлетворения материальных и культурных потребностей всего человеческого общества.

Принципы (правила) рационального природопользования и охраны природы

Рациональное природопользование и охрана природы должны основываться на следующих принципах (правилах):

1. Правило прогнозирования: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться на основе предвидения и максимально возможного предотвращения негативных последствий природопользования.

2. Правило повышения интенсивности освоения природных ресурсов: использование природных ресурсов должно производиться на основе повышения интенсивности освоения природных ресурсов, в частности с уменьшением или устранением потерь полезных ископаемых при их добыче, транспортировке, обогащении и переработке.

3. Правило множественного значения объектов и явлений природы: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться с учетом интересов разных отраслей хозяйства.

4. Правило комплексности: использование природных ресурсов должно реализовываться комплексно, разными отраслями народного хозяйства;

5. Правило региональности: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться с учетом местных условий.

6. Правило косвенного использования и охраны: использование или охрана одного объекта природы может приводить к косвенной охране другого, а может приносить ему вред.

7. Правило единства использования и охраны природы: охрана природы должна осуществляться в процессе ее использования. Охрана природы не должна быть самоцелью.

8. Правило приоритета охраны природы над ее использованием: при использовании природных ресурсов должен соблюдаться приоритет экологической безопасности над экономической выгодностью.

Природная среда: природные ресурсы и природные условия

Природная (окружающая, географическая) среда — естественная среда обитания и деятельности человека и других живых организмов. Природная среда включает литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу и околоземное космическое пространство. Внутри природной среды выделяют природные ресурсы и природные условия.

Природные ресурсы — элементы природы (объекты и явления), необходимые человеку для его жизнеобеспечения и вовлекаемые им в материальное производство (атмосферный воздух, вода, почва, солнечная радиация, полезные ископаемые, климат, растительность, животный мир и т.д.).

Природные условия — элементы природы (объекты и явления), влияющие на жизнь и деятельность человека, но не вовлеченные в материальное производство (некоторые газы атмосферы, виды животных и растений и др.). По мере развития науки и техники природные условия становятся природными ресурсами.

Также, часто используют понятие природно-ресурсного потенциала. **Природно-ресурсный потенциал** — часть природных ресурсов, которая может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человечества. В более узком экономическом понимании — доступная при данных технологиях и социально-экономических отношениях совокупность природных ресурсов.

Природные ресурсы и природные условия еще называются *природными факторами* жизни общества (в отличие от *социальных факторов*).

Природные ресурсы используются человеком в разном качестве:

- 1) как непосредственные предметы потребления (питьевая вода, кислород воздуха, употребляемые в пищу растения и животные и др.);
- 2) как средства труда, с помощью которых осуществляется общественное производство (земля, водные ресурсы и др.);
- 3) как предметы труда, из которых производятся все изделия (минералы, древесина и др.);
- 4) как источники энергии (горючие ископаемые, гидроэнергия, энергия ветра и др.).

Вся жизнь и деятельность человека, территориальное расселение и размещение производственных сил зависят от количества, качества и местоположения природных ресурсов. В связи с этим жизненно важным для человечества является вопрос о запасах природных ресурсов. К настоящему времени все попытки прогнозов момента исчерпания того или иного ресурса оканчивались в большинстве случаев неудачей. Неопределенность подобных расчетов имеет следующие причины:

- 1) постоянно идет разведка и открытие новых месторождений полезных ископаемых;
- 2) совершенствуется технология добычи и переработки природных ресурсов, благодаря чему замедляются темпы роста их потребления по сравнению с темпами роста процесса производства продукции;
- 3) вовлекаются в производство ранее не использовавшиеся природные ресурсы, ранее природные условия (например, нефть и алюминий применяются около 200 лет, ядерное топливо — около 50 лет, и т.д.).

Классификация природных ресурсов

Существует несколько подходов к классификации природных ресурсов.

- **По источникам и местоположению:** энергетические ресурсы, атмосферные газовые ресурсы, водные ресурсы, ресурсы литосферы, ресурсы растений-продуцентов, ресурсы консументов, ресурсы редуцентов, климатические ресурсы и др.

- **По сфере их использования:** производственные (сельскохозяйственные и промышленные), здравоохранительные (или рекреационные), эстетические, научные и др.

- **По принципу используемости человеком в настоящее время** (иначе говоря, по техническим возможностям эксплуатации); **реальные** природные

ресурсы используются в настоящее время человеком в производственной деятельности; **потенциальные** природные ресурсы в настоящее время не используются человеком вообще, либо используются в недостаточной степени (энергия Солнца, морских приливов, ветра и др.).

- **По принципу заменимости:** **заменимые** природные ресурсы можно заменить другими сейчас или в обозримом будущем (все полезные ископаемые, энергоресурсы); **незаменимые** природные ресурсы нельзя заменить другими природными ресурсами {атмосферный воздух, вода, генетический фонд живых организмов).

- **По принципу исчерпаемости и возобновимое:**

Исчерпаемые природные ресурсы — ресурсы, количество которых ограничено и абсолютно, и относительно. Исчерпаемые ресурсы подразделяют на невозобновимые и возобновимые.

Невозобновимые природные ресурсы абсолютно не восстанавливаются (каменный уголь, нефть и большинство других полезных ископаемых) или восстанавливаются значительно медленнее, чем идет их использование (торфяники, многие осадочные породы). Использование этих ресурсов неминуемо ведет к их истощению. Охрана невозобновимых природных ресурсов сводится к рациональному, экономному использованию, борьбе с потерями при добычании, перевозке, обработке и применении, поиску заменителей.

Возобновимые природные ресурсы по мере использования постоянно восстанавливаются (животный мир, растительность, почва). Однако для сохранения их способности к восстановлению необходимы определенные условия, нарушение которых замедляет или вовсе прекращает процесс восстановления. Процессы восстановления протекают с разной скоростью для разных ресурсов: для восстановления животных требуется несколько лет, леса — 60—80 лет, почвы — несколько тысячелетий. Охрана возобновимых природных ресурсов должна осуществляться путем рационального их использования и расширенного воспроизводства. Темпы расходования возобновимых природных ресурсов должны соответствовать темпам их восстановления.

Неисчерпаемые природные ресурсы — ресурсы, количество которых не ограничено, но не абсолютно, а относительно наших потребностей и сроков существования. Неисчерпаемые природные ресурсы включают ресурсы водные (воды Мирового океана, пресные воды), климатические (атмосферный воздух, энергия ветра) и космические (солнечная радиация, энергия морских приливов). Однако если количество неисчерпаемых природных ресурсов относительно не ограничено, то их качество может ограничить возможность их использования человеком (например, количество воды не ограничено, но ограничено количество питьевой воды).

- **По направлению их использования в деятельности человека:** А — непосредственные источники существования людей, их воспроизводства: А₁ — жизненно необходимые (воздух, вода, земля и др.); А₂ — рекреационные, оздоровительные, эстетические.

В — источники средств материального производства, важнейшие факторы его развития: В₁ — ресурсы, непосредственно потребляемые материальным производством (сырье, энергия, материалы); В₂ — ресурсы, используемые, но не изымаемые из природной среды (например, вода для речного и морского транспорта).

С — ресурсы, непосредственно человеком и в его материальном производстве не используемые, но составляющие необходимое звено в круговороте вещества и энергии в природе (например, планктон океанов, деструкторы в почве). Также их можно назвать природными условиями.

Взаимоотношения природы и общества

Воздействие человека на природу и природы на человека

Между природной средой и обществом существуют сложные взаимодействия, обмен веществом и энергией. **Взаимоотношения общества и природы** — воздействие человеческого общества (антропогенных факторов) на природу и природы (природных факторов) на здоровье и хозяйственную деятельность человека.

Воздействие человека на природу можно классифицировать различным образом. Например, разделить на разрушительное, стабилизирующее и конструктивное; прямое и косвенное; преднамеренное и непреднамеренное; длительное и кратковременное; статическое и динамическое; площадное и точечное; глубинное и приповерхностное; глобальное, региональное и локальное; механическое, физическое, химическое и биологическое и т.д.

Разрушительное (деструктивное) воздействие — человеческая деятельность, ведущая к утрате природной средой своих полезных человеку качеств. Например, сведение дождевых лесов под пастбища или плантации, в результате чего нарушается биогеохимический круговорот веществ, и почва за два-три года теряет свое плодородие. **Стабилизирующее воздействие** — человеческая деятельность, направленная на замедление деструкции (разрушения) природной среды в результате, как хозяйственной деятельности человека, так и природных процессов. Например, почвозащитные мероприятия, направленные на уменьшение эрозии почв. **Конструктивное воздействие** — человеческая деятельность, направленная на восстановление природной среды, нарушенной в результате хозяйственной деятельности человека или природных процессов. Например, рекультивация ландшафтов, восстановление численности редких видов животных и растений и т.д.

Прямое (непосредственное) воздействие — изменение природы в результате прямого воздействия хозяйственной деятельности человека на природные объекты и явления. **Косвенное (опосредованное) воздействие** — изменение природы в результате цепных реакций или вторичных явлений, связанных с хозяйственной деятельностью человека.

Непреднамеренное воздействие является неосознанным, когда человек не предполагает последствий своей деятельности. **Преднамеренное воздействие** является осознанным, когда человек ожидает определенные

результаты своей деятельности.

Расширяющееся использование природных ресурсов вследствие роста населения и развития научно-технического прогресса приводит к их истощению и увеличению загрязнения природной среды отходами производства и отбросами потребления. То есть ухудшение природной среды происходит по двум причинам: 1) сокращение природных ресурсов; 2) загрязнение природной среды.

Следует сразу обратить внимание на то, что чем выше уровень использования извлеченных природных ресурсов, тем ниже уровень загрязнения природной среды. Следовательно, решая проблему рационального использования природных ресурсов, общество, во-первых, сохраняет природные ресурсы от истощения, а во-вторых, снижает загрязнение природной среды.

С другой стороны, природа постоянно воздействует на человека. Человек (общество) связан с природой своим происхождением, существованием, своим будущим. Окружающая человека природная среда влияла и влияет на формирование биологического вида *Homo sapiens*, рас и этносов. Территориальное расселение людей, их материальная деятельность, размещение производственных сил зависят от количества, качества и местоположения природных ресурсов.

Экологический кризис и экологическая катастрофа

Несбалансированные взаимоотношения общества и природы, то есть нерациональное природопользование, часто приводят к экологическому кризису и даже экологической катастрофе.

Экологический кризис (чрезвычайная экологическая ситуация) — экологическое неблагополучие, характеризующееся устойчивыми отрицательными изменениями окружающей среды и представляющее угрозу для здоровья людей. Это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, обусловленное несоответствием размеров производственнохозяйственной деятельности человека ресурсно-экологическим возможностям биосферы. Экологический кризис характеризуется не столько усилением воздействия человека на природу, сколько резким увеличением влияния измененной людьми природы на общественное развитие.

Экологическая катастрофа (экологическое бедствие) — экологическое неблагополучие, характеризующееся глубокими необратимыми изменениями окружающей среды и существенным ухудшением здоровья населения. Это природная аномалия, нередко возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и ведущая к остронеприятным экономическим последствиям или массовой гибели населения определенного региона.

Принципиальным является следующее различие между экологическим кризисом и экологической катастрофой: кризис — обратимое явление, в котором человек выступает активно действующей стороной, катастрофа —

необратимое явление, здесь человек уже лишь пассивная, страдающая сторона.

Экологический кризис и экологическая катастрофа в зависимости от масштаба могут быть локальными, региональными и глобальными.

История взаимоотношений общества и природы

Человек появился на Земле около 4,6 млн лет назад. Сначала это был человек-собирающий. Около 1,6 млн лет назад человек научился пользоваться огнем. Это позволило ему заселить территории с умеренным климатом и заняться охотой. Использование огня и изобретение оружия привело к массовому уничтожению (перепромыслу) крупных млекопитающих средних широт. Это послужило причиной *первого экологического кризиса (кризиса консументов)*. Этот кризис заставил человека перейти от *присваивающего типа хозяйства* (охота и собирательство) к *производящему* (скотоводство и земледелие).

Первые земледельческие цивилизации возникли в районах недостаточного увлажнения, что потребовало создания оросительных систем. В результате эрозии и засоления почв произошли локальные экологические катастрофы в бассейнах рек Тигр и Евфрат, а сведение лесов привело к появлению пустыни Сахара на месте плодородных земель. Так проявил себя *кризис примитивного земледелия*.

Позднее земледелие продвинулось на территории достаточного увлажнения, в районы лесостепи и леса, в результате чего началась интенсивная вырубка лесов. Развитие земледелия и нужда в древесине для строительства домов и кораблей привели к катастрофическому уничтожению лесов в Западной Европе. Сведение лесов в прошлом и настоящем вызывает изменение газового состава атмосферы, климатических условий, водного режима, состояния почв. Массовое уничтожение растительных ресурсов Земли характеризуется как *кризис продуцентов*.

С XVIII в. в результате промышленной, а затем научно-технической революций на смену доиндустриальной эпохе приходит индустриальная. За последние 100 лет потребление возросло в 100 раз. В настоящее время на одного жителя Земли каждый год добывается и выращивается примерно 20 т сырья, которое перерабатывается в конечные продукты массой 2 т, то есть 90 % сырья превращается в отходы. Из 2 т конечного продукта в течение того же года выбрасывается не менее 1 т. Появление огромного количества отходов, причем часто в виде несвойственных природе веществ, привело к возникновению еще одного кризиса — *кризиса редуцентов*. Редуценты не успевают очищать биосферу от загрязнения, часто они на это просто не способны биологически. Это приводит к нарушению круговорота веществ в биосфере.

Помимо загрязнения биосферы различными веществами, происходит ее тепловое загрязнение — добавление тепловой энергии в приземный слой тропосферы в результате сжигания огромного количества горючих полезных ископаемых, а также использования атомной и термоядерной энергии.

Следствием этого может стать глобальное потепление климата. Этот кризис получил название *термодинамического*.

Еще одним экологическим кризисом является *снижение надежности экологических систем*, частности в результате снижения их видового разнообразия, разрушения озонового слоя, и т.д.

Усиливающееся воздействие человека на природу в результате роста населения и научно-технического прогресса имеет не только экологические последствия. Нарастание экологической напряженности проявляется и в социальных последствиях. К негативным социальным последствиям относятся: нарастающая нехватка продовольствия в мире, рост заболеваемости населения в городах, возникновение новых болезней, экологическая миграция населения, возникновение локальных экологических конфликтов из-за создания экологически опасных в глазах населения предприятий, экологическая агрессия — вывоз токсичных технологических процессов и отходов в другие страны, и т.д.

Важнейшие экологические проблемы современности

Важнейшие глобальные экологические проблемы, стоящие перед современным человеком, следующие: перенаселение, урбанизация, загрязнение окружающей среды, парниковый эффект, истощение «озонового слоя», смог, кислотные дожди, деградация почв, обезлесевание, опустынивание, проблемы отходов, сокращение генофонда биосферы и др.

Перенаселение. Достижения в медицине, повышение комфортности деятельности и быта, интенсификация и рост продуктивности сельского хозяйства во многом способствовали увеличению продолжительности жизни человека и как следствие росту населения Земли.

Год	1840	1930	1962	1975	1987	1999
Численность населения, млрд. чел.	1	2	3	4	5	6
Период прироста, лет/1 млрд. чел.	500000	90	32	13	12	12

Одновременно с ростом продолжительности жизни в ряде регионов мира рождаемость продолжала оставаться на высоком уровне и составляла в некоторых из них до 40 человек на 1000 человек в год и более. Высокий уровень прироста населения характерен для стран Африки, Центральной Америки, Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, Индии, Китая.

Существуют несколько прогнозов дальнейшего изменения численности населения Земли. По *I варианту (неустойчивое развитие)* к концу XXI в. возможен рост численности до 28—30 млрд. человек. В этих условиях Земля уже не сможет (при современном состоянии технологий) обеспечивать население достаточным питанием и предметами первой необходимости. С

определенного периода начнутся голод, массовые заболевания, деградация среды обитания и как следствие резкое уменьшение численности населения и разрушение человеческого сообщества. Уже в настоящее время в экологически неблагоприятных регионах наблюдается связь между ухудшением состояния среды обитания и сокращением продолжительности жизни, ростом детской смертности.

По // варианту (устойчивое развитие) численность населения необходимо стабилизировать на уровне 10 млрд человек, что при существующем уровне развития технологий жизнеобеспечения будет соответствовать удовлетворению жизненных потребностей человека и нормальному развитию общества.

Урбанизация. Одновременно с демографическим взрывом идет процесс урбанизации населения планеты. Урбанизация — это исторический процесс повышения роли городов в жизни общества, связанный с концентрацией и интенсификацией несельскохозяйственных функций, распространением городского образа жизни, формированием специфических социально-пространственных форм расселения. К 1990 г. в США урбанизировано 70 % населения, в Российской Федерации к 1995г. — 76 %.

ГОД	1880	1950	1970	1990
ГОРОДСКОЕ НАСЕЛЕНИЕ, %	1,7	13,1	37	42

Процесс урбанизации имеет положительные последствия, ибо способствует повышению производительной деятельности во многих сферах, одновременно решает социальные и культурно-просветительные проблемы общества. Неоспоримы экономические и социальные преимущества городских форм расселения. Они обладают значительным потенциалом хозяйственного развития, их жители имеют более широкие по сравнению с другими формами поселений возможности образования, выбора профессии, приобщения к культурным ценностям.

Однако окружающая среда многих городов мира уже не в состоянии удовлетворить многие биологические и социальные требования современного человека. Чрезмерная плотность населения порождает такие проблемы как загрязнение окружающей среды, шум, недостаток жилья, школ, больниц, транспорта, зеленых насаждений, хаотичность уличного движения, безработица, отчужденность молодежи, преступность и т.д.

Загрязнение окружающей среды. Загрязнение — привнесение в окружающую среду или возникновение в ней новых (обычно не характерных для нее) вредных химических, физических, биологических агентов. Загрязнение может возникать в результате естественных причин (природных) или под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение).

Загрязнение окружающей среды может быть физическое (тепловое, радиоактивное, шумовое, электромагнитное, световое и др.), химическое

(тяжелые металлы, пестициды, синтетические поверхностно активные вещества — СПАВ, пластмассы, аэрозоли, детергенты и др.) и биологическое (патогенные микроорганизмы и др.).

Помимо влияния на круговорот веществ, человек оказывает воздействие на энергетические процессы в биосфере. Наиболее опасным здесь является тепловое загрязнение биосферы, связанное с использованием ядерной и термоядерной энергии. Кроме вещественного и энергетического загрязнения начинает подниматься вопрос об информационном загрязнении окружающей человека среды.

Парниковый эффект. Парниковый (тепличный, оранжерейный) эффект — разогрев нижних слоев атмосферы, вследствие способности атмосферы пропускать коротковолновую солнечную радиацию, но задерживать длинноволновое тепловое излучение земной поверхности. Парниковому эффекту способствует поступление в атмосферу антропогенных примесей (диоксида углерода, пыли, метана, фреонов и т.д.)

Отрицательные для человечества последствия парникового эффекта заключаются в повышении уровня Мирового океана в результате таяния материковых и морских льдов, теплового расширения океана и т.п. Это приведет к затоплению приморских равнин, усилению абразионных процессов, ухудшению водоснабжения приморских городов, деградации мангровой растительности и т.п. Увеличение сезонного протаивания грунтов в районах с вечной мерзлотой создаст угрозу дорогам, строениям, коммуникациям, активизирует процессы заболачивания, термокарста и т.д.

Положительные для человечества последствия парникового эффекта связаны с улучшением состояния лесных экосистем и сельского хозяйства. Повышение температуры приведет к увеличению испарения с поверхности океана, это вызовет возрастание влажности климата, что особенно важно для аридных (сухих) зон. Повышение концентрации углекислого газа увеличит интенсивность фотосинтеза, а значит продуктивность диких и культурных растений.

Разрушение «озонового слоя». Слой атмосферы с наибольшей концентрацией озона на высоте 20—25 (22—24) км называется озоносферой. «Озоновая дыра» — значительное пространство в озоносфере планеты с заметно пониженным (до 50 % и более) содержанием озона.

Считается, что основной причиной возникновения «озоновых дыр» является значительное содержание в атмосфере фреонов. Фреоны (хлорфторуглероды или ФХУ) — высоколетучие, химически инертные у земной поверхности вещества, широко применяемые в производстве и быту в качестве хладоагентов (холодильники, кондиционеры, рефрижераторы), пенообразователей и распылителей (аэрозольные упаковки). Фреоны, поднимаясь в верхние слои атмосферы, подвергаются фотохимическому разложению с образованием окиси хлора, интенсивно разрушающей озон.

Истощение озонового слоя в атмосфере Земли приводит к увеличению потока ультрафиолетовых лучей на земную поверхность. Ультрафиолетовые

лучи в небольших дозах необходимы живым организмам (стимуляция роста и развития клеток, бактерицидное действие, синтез витамина D и т.д.), в больших дозах губительны, из-за способности вызывать раковые заболевания и мутации.

Кислотные дожди. Кислотный дождь — дождь или снег, подкисленный до $pH < 5,6$ из-за растворения в атмосферной влаге антропогенных выбросов (диоксид серы, оксиды азота, хлороводород и пр.).

Отрицательное воздействие кислотных дождей на растительность проявляется как в прямом биоцидном воздействии на растительность, так и в косвенном через снижение pH почв. Выпадение кислотных дождей приводит к ухудшению состояния и гибели целых лесных массивов, а также снижению урожайности многих сельскохозяйственных культур. Кроме того, отрицательное воздействие кислотных дождей проявляется в закислении пресноводных водоемов. Снижение pH воды вызывает сокращение запасов промысловой рыбы, деградацию многих видов организмов и всей водной экосистемы, а иногда и полную биологическую гибель водоема.

Деградация почвенного покрова. Деградация почв — ухудшение качества почвы в результате снижения плодородия. К явлениям деградации почв относятся: дегумификация почв (потеря почвами гумуса); промышленная эрозия почв (отчуждение почв городами, поселками, дорогами, линиями электропередач и связи, трубопроводами, карьерами, водохранилищами, свалками и т.д.); водная и воздушная эрозия (дефляция) почв (разрушение верхних слоев почвы под действием воды и ветра); вторичное засоление почв (результат неправильного орошения минерализованными или пресными водами); затопление, разрушение и засоление почв водами водохранилищ (затопление пойменных и надпойменных террас; подъем уровня грунтовых вод и подтопление почв; абразия берегов и засоление дельт); загрязнение почв промышленное, сельскохозяйственное, радиоактивное и др.

Деградация растительного покрова. К деградации растительного покрова ведут следующие антропогенные факторы: прямое уничтожение в ходе использования (рубка лесов, выкашивание, сбор с различными целями, стравливание домашними животными), при создании водохранилищ, в ходе открытых разработок ископаемых, при пожарах, в процессе распашки новых угодий; ухудшение условий жизни растений при орошении, осушении, засолении почв, изменении гидрологии водоемов, загрязнении среды токсичными химическими веществами и элементами, заносе вредных организмов (возбудителей болезней, конкурентов) и др.

В «Красную книгу СССР» (1984) вошло 603 вида редких высших растений. Среди них водяной орех, альдрованда, железное дерево, шелковая акация, дуб каштанолистный, самшит гирканский, платан пальчатколистный, туранга, фисташка, тис, падуб и др.

Деградация животного мира. К сокращению или уничтожению видов животных ведут следующие антропогенные факторы: прямое уничтожение в результате промысла животных, добываемых ради меха, мяса, жира и пр.,

при применении химических веществ для борьбы с вредителями сельского хозяйства (при этом часто гибнут не только вредители, но и полезные для человека животные); ухудшение условий жизни животных в результате вырубки лесов, распашки степей, осушения болот, сооружения плотин, строительства городов, загрязнения атмосферы, воды, почвы и т.д.

К числу вымерших животных относятся: тур, тарпан, морская (стеллерова) корова, бескрылая гагарка, очковый (стеллеров) баклан, голубая лошадиная антилопа, зебра кваггу, нелетающий голубь дронт и др.

Глобальные прогностические модели

Человек всегда стремился узнать свое будущее и будущее всего человечества. В настоящее время многие футурологи предсказывают мрачную картину развития глобальных экологических проблем в будущем, но есть и те, кто выражает оптимистические взгляды.

Деятельность «Римского клуба». Большую роль в оценке нынешних и будущих трудностей человечества сыграла группа ученых, впервые собравшаяся в Риме в 1968 г. и получившая название «Римского клуба». В нее входили ученые разных стран и разных специальностей. С 1968 г. ими издавалась серия «Доклады Римского клуба» под общим названием «Затруднения человечества».

Благодаря усилиям Римского клуба быстро возросла международная осведомленность о мировой проблематике. Клуб первым перешел от анализа и диагностики состояния нашей цивилизации к поиску и предписанию средств и путей выхода из критической ситуации.

Результаты глобального моделирования. Попытки прогнозировать будущее всего мира на основе математических моделей и вычислительной техники привели к возникновению нового междисциплинарного направления — глобального моделирования. Основные результаты глобального моделирования следующие;

- технологический прогресс желателен и жизненно необходим, но необходимы также социальные, экономические и политические изменения;
- народонаселение и ресурсы не могут расти бесконечно на конечной планете;
- нам неизвестна емкость среды, т.е. неизвестно, до какой степени физическая среда Земли и системы жизнеобеспечения- смогут удовлетворять нужды и потребности будущего роста населения; снижение роста уменьшит вероятность превышения допустимого уровня;
- природа будущего глобального устройства мира не predetermined; многое зависит от того, как скоро изменятся существующие нежелательные тенденции;
- цивилизация представляет собой систему, поэтому при приближении к пределу в отношении ресурсов сотрудничество имеет большую ценность, чем конкуренция.

Однако из-за недостаточности информации даже вся сумма глобальных

прогностических моделей не дает ответа на главные вопросы, стоящие перед человечеством.

Коэволюция общества и природы. Для предотвращения глобальной экологической катастрофы взаимоотношения человеческого общества и природы должны перестроиться в направлении их коэволюции. Коэволюция общества и природы подразумевает их совместную, взаимосвязанную эволюцию. Однако эволюция в природе идет более медленно, чем социальная и научно-техническая эволюция общества, поэтому природа не успевает приспособляться к антропогенным изменениям. Общество должно сознательно ограничить свое воздействие на природу, чтобы сохранить возможность дальнейшей коэволюции. Такое совместное развитие общества и природы, обеспечивающее коэволюцию, называется устойчивым.

Стратегия устойчивого развития. В 1991 г. была принята Всемирная стратегия охраны природы. Этот документ получил название: «Забота о Земле — стратегия устойчивого существования».

Документ состоит из 3 частей.

В первой части провозглашаются принципы устойчивого развития;

- уважение и забота обо всем сущем на Земле;
- повышение качества жизни;
- сохранение жизнеспособности и разнообразия экосистем;
- предотвращение истощения невозобновимых ресурсов;
- развитие в пределах потенциальной емкости экосистем;
- изменение сознания человека и стереотипов его поведения;
- поощрение социальной заинтересованности общества в сохранении среды обитания;
- выработка национальных концепций интеграции социально-экономического развития и охраны окружающей среды;
- достижение единства действий на мировом уровне.

Во второй и третьей частях документа даны рекомендации по претворению этих принципов в жизнь.

Цель Стратегии: не заменяя национальных программ охраны окружающей среды, дать основные ориентиры. Стратегия ставит две основные задачи: выживание человечества и философское определение смысла жизни человека. Перспектива сохранения человека как вида уже сейчас достаточно проблематична. Сейчас человек находится в наиболее агрессивной стадии своего развития; он пытается осознать, что, либо он впишется в биосферу, приспособится к ней, либо его постигнет судьба вымерших видов. Однако выживание не является сугубо человеческой задачей. В этом смысле человек мало отличается от других живых существ. Кроме этого, в Стратегии сформулировано понятие «духовности» как наличие целей, отличающихся от простого выживания.

Мероприятия по охране окружающей среды и рационализации природопользования

Современное общество выработало ряд специальных мер, направленных

на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. К ним относятся наблюдение за состоянием окружающей среды, использование малоотходных технологий, ведение государственных кадастров и реестров природных объектов, создание охраняемых природных территорий, оценка воздействия на окружающую среду, экологическое нормирование, экологическая экспертиза, паспортизация, сертификация, аудит и другие.

Малоотходные и безотходные технологии

Природные круговороты веществ являются практически замкнутыми. В естественных экосистемах вещество и энергия расходуются экономно и отходы одних организмов служат важным условием существования других. Антропогенный круговорот веществ значительно разомкнут, сопровождается большим расходом природных ресурсов и большим количеством отходов, вызывающих загрязнение окружающей среды. Создание даже самых совершенных очистных сооружений, не решает проблему, так как это борьба со следствием, а не с причиной. Поэтому основной задачей является разработка технологий, позволяющих сделать антропогенный круговорот как можно более замкнутым, так называемых малоотходных и безотходных технологий.

Достижение полной безотходности нереально, поскольку противоречит второму началу термодинамики. Создать абсолютно замкнутый круговорот веществ теоретически возможно, но все равно будут потери энергии в виде тепла. Поэтому термин «безотходная технология» условен, и правильнее использовать термин «малоотходная технология». **Малоотходная технология** — такой способ производства, который обеспечивает максимально эффективное использование сырья и энергии, с минимумом отходов и потерь энергии.

Важным условием малоотходной технологии является рециркуляция — повторное использование материальных ресурсов, позволяющее экономить сырье и энергию, и уменьшить образование отходов.

В комплекс мероприятий по сокращению до минимума количества вредных отходов и уменьшения их воздействия на окружающую природную среду входят:

- разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- разработка бессточных технологических систем и водооборотных циклов на основе очистки сточных вод;
- создание и выпуск новых видов продукции с учетом требований повторного ее использования;
- создание принципиально новых производственных процессов, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование отходов.

Нормирование качества окружающей среды

Под **качеством окружающей среды** понимают степень соответствия среды жизни человека его потребностям. Окружающей человека средой являются природные условия, условия на рабочем месте и жилищные условия. От ее качества зависит продолжительность жизни, здоровье, уровень заболеваемости населения и т.д.

Нормирование качества окружающей среды — установление показателей и пределов, в которых допускается изменение этих показателей (для воздуха, воды, почвы и т.д.).

Основные экологические нормативы качества окружающей среды и воздействия на нее следующие;

Нормативы качества (санитарно-гигиенические):

- предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ;
- предельно допустимый уровень (ПДУ) вредных физических воздействий: радиации, шума, вибрации, магнитных полей и др.

Нормативы воздействия (производственно-хозяйственные):

- предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ;
- предельно допустимый сброс (ПДС) вредных веществ;

Комплексные нормативы:

- предельно допустимая экологическая (антропогенная) нагрузка на окружающую среду.

Предельно допустимая концентрация (количество) (ПДК) — количество загрязняющего вещества в окружающей среде (почве, воздухе, воде, продуктах питания), которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. ПДК рассчитывают на единицу объема (для воздуха, воды), массы (для почвы, пищевых продуктов) или поверхности (для кожи работающих). ПДК устанавливают на основании комплексных исследований. При ее определении учитывают степень влияния загрязняющих веществ не только на здоровье человека, но и на животных, растения, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

В настоящее время в нашей стране действуют более 1900 ПДК вредных химических веществ для водоемов, более 500 для атмосферного воздуха и более 130 для почв.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) — это максимальный уровень воздействия радиации, шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ — это то же, что ПДК, но для физических воздействий.

В тех случаях, когда ПДК или ПДУ не определены и находятся только на стадии разработки, используют такие показатели, как ОДК — ориентировочно допустимая концентрация, или ОДУ — ориентировочно допустимый уровень, соответственно.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) или сброс (ПДС) — это максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу

времени разрешается данному конкретному предприятию выбрасывать в атмосферу или сбрасывать в водоем, не вызывая при этом превышения в них предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Предельно допустимая экологическая (антропогенная) нагрузка на окружающую среду — это максимальная интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, не приводящая к нарушению устойчивости экологических систем (или, иными словами, к выходу экосистемы за пределы экологической емкости).

Потенциальная способность природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем определяется как емкость природной среды, или экологическая емкость территории. Устойчивость экосистем к антропогенным воздействиям зависит от следующих показателей: 1) запасы живого и мертвого органического вещества; 2) эффективность образования органического вещества или продукции растительного покрова и 3) видовое и структурное разнообразие. Чем они выше, тем устойчивее экосистема.

Особо охраняемые природные территории

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) — территории или акватории, в пределах которых запрещено их хозяйственное использование и поддерживается их естественное состояние в целях сохранения экологического равновесия, а также в научных, учебно-просветительных, культурно-эстетических целях. Особо охраняемые природные территории предназначены для поддержания экологического баланса, сохранения генетического разнообразия природных ресурсов, наиболее полного отражения биогеоценотического разнообразия биомов страны, изучения эволюции экосистем и влияния на них антропогенных факторов, а также для решения различных хозяйственных и социальных задач.

Согласно Федеральному закону «Об особо охраняемых природных территориях» (1995) в зависимости от строгости охраны различают: государственные природные заповедники (в том числе биосферные), национальные парки, природные парки, государственные природные заказники, памятники природы, дендрологические парки и ботанические сады.

Государственные природные заповедники — территории и акватории, которые полностью изъяты из обычного хозяйственного использования с целью сохранения в естественном состоянии природного комплекса. Для сглаживания влияния прилегающих территорий вокруг заповедников создают охранные зоны, где хозяйственная деятельность ограничена.

Биосферные заповедники входят в состав ряда государственных природных заповедников и используются для фонового мониторинга биосферных процессов. В мире в настоящее время создана единая глобальная сеть из более чем 300 биосферных заповедников, которые работают по согласованной программе ЮНЕСКО и ведут постоянные наблюдения за

изменением природной среды под влиянием антропогенной деятельности.

Национальные парки — относительно большие природные территории и акватории, где обеспечивается выполнение трех основных целей: экологической (поддержание экологического баланса и сохранение природных экосистем), рекреационной (регулируемый туризм и отдых людей) и научной (разработка и внедрение методов сохранения природного комплекса в условиях массового допуска посетителей). В национальных парках существуют зоны хозяйственного использования.

Природные парки — территории, отличающиеся особой экологической и эстетической ценностью, с относительно мягким охранным режимом и используемые преимущественно для организованного отдыха населения. По своей структуре они более просты, чем национальные природные парки.

Заказники — территории, создаваемые на определенный срок (в ряде случаев постоянно) для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. В заказниках сохраняют и восстанавливают плотности популяций одного или нескольких видов животных или растений, а также природные ландшафты, водные объекты и др.

Памятники природы — уникальные, невозпроизводимые природные объекты, имеющие научную, экологическую, культурную и эстетическую ценность (пещеры, вековые деревья, скалы, водопады и др.). На территории, где они расположены, запрещена любая деятельность, нарушающая их сохранность.

Дендрологические парки и ботанические сады — коллекции деревьев, кустарников и трав, созданные человеком с целью сохранения биоразнообразия и обогащения растительного мира, а также в научных, учебных и культурно-просветительных целях. В дендрологических парках и ботанических садах осуществляются также работы по интродукции и акклиматизации новых для данного региона растений.

В России в 1997 г. насчитывалось 95 заповедников, в том числе 11 биосферных (1,53 % территории страны), 33 национальных парка (0,39 %), более 1600 заказников, 8 тыс. памятников природы.

Мониторинг окружающей среды

Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) — система наблюдения, оценки и прогнозирования состояния окружающей человека природной среды. Конечная цель экологического мониторинга — оптимизация отношений человека с природой, экологическая ориентация хозяйственной деятельности.

В зависимости от степени выраженности антропогенного воздействия различают мониторинг импактный и фоновый. **Фоновый (базовый) мониторинг** — слежение за природными явлениями и процессами, протекающими в естественной обстановке, без антропогенного влияния. Осуществляется на базе биосферных заповедников. **Импактный мониторинг** — слежение за антропогенными воздействиями. В особо

опасных зонах.

В зависимости от масштабов наблюдения различают мониторинг глобальный, региональный и локальный. **Глобальный мониторинг** — слежение за развитием общемировых биосферных процессов и явлений (например, за состоянием озонового слоя, изменением климата). **Региональный мониторинг** — слежение за природными и антропогенными процессами и явлениями в пределах какого-то региона (например, за состоянием озера Байкал). **Локальный мониторинг** — мониторинг в пределах небольшой территории (например, контроль за состоянием воздуха в городе).

Особую роль в системе экологического мониторинга играет биологический мониторинг, то есть мониторинг биотической составляющей экосистем (биоты). **Биологический мониторинг** — это контроль состояния окружающей природной среды с помощью живых организмов. Главный метод биологического мониторинга — биоиндикация, которая заключается в регистрации любых изменений в биоте, вызванных антропогенными факторами. **Биоиндикация** — обнаружение и определение биологически и экологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить об изменении в окружающей среде, называются биоиндикаторами.

Экологическая экспертиза

Экологическая экспертиза — оценка уровня возможных негативных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду, природные ресурсы и здоровье людей. То есть оценка хозяйственных и иных проектов на предмет их соответствия требованиям экологической безопасности и системе рационального природопользования. В России работы по экологической экспертизе основываются на Федеральном законе «Об экологической экспертизе» (1995 г.).

Объектами экологической экспертизы являются:

- проекты и технико-экономические обоснования (ТЭО) строительства и эксплуатации хозяйственных сооружений, а также действующие предприятия;
- нормативно-техническая документация на создание новой техники, технологий, материалов, а также на работающее оборудование;
- проекты нормативных и административных актов и действующее законодательство. Экологическая экспертиза основывается на ряде

принципов:

1. Принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

2. Принцип обязательности проведения государственной экологической экспертизы до принятия решений о реализации объекта экологической экспертизы.

3. Принцип комплексности оценки воздействия на окружающую природную среду хозяйственной и иной деятельности и его последствий.

4. Принцип независимости экспертов экологической экспертизы при осуществлении ими своих полномочий в области экологической экспертизы.

Законодательство предусматривает два вида экологической экспертизы; государственную и общественную. .

Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и на уровне субъектов Российской Федерации. На федеральном уровне государственную экологическую экспертизу проводит Министерство природных ресурсов РФ, на уровне субъектов РФ — Министерства природных ресурсов субъектов РФ (областей и краев) и их подразделения — Комитеты по охране окружающей среды (областные и краевые).

Государственная экологическая экспертиза проводится экспертной комиссией. В ее состав входят: руководитель, ответственный секретарь и эксперты. Результатом работы комиссии является заключение государственной экологической экспертизы.

Общественная экологическая экспертиза может проводиться независимо от государственной экологической экспертизы. Экспертизе могут подвергаться те же объекты, за исключением объектов, сведения о которых составляют государственную, коммерческую и (или) иную охраняемую законом тайну. Инициировать организацию и проведение общественной экологической экспертизы могут граждане, общественные организации (объединения) и органы местного самоуправления. Проводить общественную экспертизу могут общественные организации, в уставе которых оговорен данный вид деятельности. Заключение общественной экологической экспертизы, в отличие от государственной, носит рекомендательный характер.

Финансирование государственной экологической экспертизы осуществляется за счет средств заказчика, а общественной экологической экспертизы — за счет средств общественных организаций, общественных экологических и других фондов, целевых добровольных денежных взносов граждан и организаций, органов местного самоуправления. Расходы на экологическую экспертизу могут составлять в среднем 1% от общей стоимости предполагаемого проекта (правило 1%). Но эти затраты необходимы, поскольку они в несколько раз меньше тех, которые могут понадобиться для ликвидации экономического, экологического и социального ущерба, в результате ошибочных решений.

Экологизация сознания

На рубеже II и III тысячелетий н. э. в мышлении человека и его практической деятельности происходит смена парадигмы — экономические приоритеты заменяются экологическими. Господствовавший вплоть до конца XX столетия экономический императив все чаще заменяется экологическим. Именно от того, сможет ли человечество в ближайшее время добиться разумного сочетания экономических и экологических интересов, зависит его будущее.

Тип экологического сознания отражает существующие на данный момент представления о взаимоотношениях человека и природы и определяет поведение людей при их взаимодействии с природой. Можно выделить два основных типа экологического сознания: антропоцентризм и эксцентризм.

Антропоцентризм основывается на представлениях о «человеческой исключительности», противопоставлении человека природе. Для антропоцентризма характерно:

- 1) противопоставление человека как высшей ценности природе как его собственности;
- 2) восприятие природы как объекта одностороннего воздействия человека;
- 3) прагматический характер мотивов и целей взаимодействия с природой.

Эксцентризм основывается на понимании необходимости коэволюции человека и биосферы. Для эксцентризма характерно:

- 1) ориентированность на экологическую целесообразность, отсутствие противопоставления человека природе;
- 2) восприятие природных объектов как полноправных субъектов, партнеров по взаимодействию с человеком;
- 3) баланс прагматического и непрагматического взаимодействия с природой.

В настоящее время единственный способ не допустить перерастания глобального экологического кризиса в катастрофу — это переход от антропоцентрического типа общественного сознания к эксцентрическому.

Международное сотрудничество в области природопользования и охраны окружающей среды

Международные объекты охраны природной среды. В настоящее время истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и нарушение экологического равновесия приобрело глобальные масштабы. Природа не знает государственных границ, она всеобща и едина. Все основные экологические проблемы человечества, такие как парниковый эффект, разрушение озонового экрана, сведение лесов, деградация почв, снижение биологического разнообразия биосферы, радиоактивное и другие виды загрязнений, истощение полезных ископаемых и т.д., носят глобальный характер. Избежать перерастания глобального экологического кризиса в катастрофу возможно только общими усилиями всего человечества.

Объекты охраны окружающей среды делятся на национальные и международные.

Национальные (внутригосударственные) объекты охраны природной среды — земля, воды, недра, биота и другие элементы природной среды на территории государства. Ими владеет и распоряжается государство, которому они принадлежат. Государство использует, охраняет и управляет ими на основании собственных законов в интересах своих народов.

Международные (общемировые) объекты охраны природной среды —

природные объекты, которые находятся вне юрисдикции отдельных национальных государств. Их делят на несколько групп;

- объекты, находящиеся в пользовании всех государств (атмосферный воздух, Мировой океан, Антарктида, Космос);
- объекты, используемые двумя или несколькими государствами (например, пограничные воды, Балтийское или Черное море, река Дунай).
- объекты, перемещающиеся по территории различных стран (мигрирующие виды животных).

Эти объекты осваивают и охраняют на основании различных договоров, конвенций, протоколов, отражающих совместные усилия международного сообщества.

Формы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды различны:

- международные организации по охране природы;
- международные (двусторонние или многосторонние) договоры, соглашения, конвенции;
- государственные инициативы по международному сотрудничеству.