

## ВВЕДЕНИЕ

### 1. Предмет, задачи, структура биологии и экологии

**Биология** (от греч. *bios* – жизнь, *logos* – наука) – наука о жизни, об общих закономерностях существования и развития живых существ. Или, иными словами, биологией называется наука, занимающаяся изучением жизни во всех ее проявлениях, а также свойств живого вообще.

Биология – одна из старейших естественных наук, хотя сам термин «биология» для ее обозначения впервые был предложен лишь в 1797 г. немецким профессором анатомии Теодором Рузом (1771–1803 гг.), после чего этот термин использовали в 1800 г. профессор Дерптского университета (ныне г. Тарту) К. Бурдах (1776–1847 гг.), а в 1802 г. Ж.-Б. Ламарк (1744–1829 гг.) и Л. Тревиранус (1779–1864 гг.).

Предметом изучения биологии являются живые организмы, их строение, функции, развитие, взаимоотношения со средой и происхождение.

Задача биологии – изучение биологических закономерностей, раскрытие сущности жизни и её проявлений с целью познания и управления ими.

Как особая наука биология выделилась из естественных наук в XIX в., когда ученые обнаружили, что живые организмы обладают некоторыми общими для всех характеристиками. В основе современной биологии лежат пять фундаментальных принципов: *клеточная теория, эволюция, генетика, гомеостаз и энергия*.

Биология – естественная наука. Как и другие науки, она возникла и всегда развивалась в связи с желанием человека познать окружающий его мир, а также в связи с материальными условиями жизни общества, развитием общественного производства, медицины, практическими потребностями людей.

Многообразие живой природы так велико, что правильнее говорить о биологии как о *комплексе знаний*. Биология стала в наше время такой в результате *дифференциации* и *интеграции* разных биологических наук.

В рамках этой системы биологию можно разделить на *общую* и *частную*.

✓ *Общая биология* изучает законы и закономерности, характерные для всех живых организмов вне зависимости от их систематической принадлежности: это закономерности функционирования, размножения и эволюции живых организмов. Поскольку данный раздел закладывает фундамент для прочих разделов биологии, его можно назвать *фундаментальным*.

✓ *Частная биология* изучает вопросы разнообразия, систематики и функционирования отдельных групп живых организмов.

Самыми старыми частными биологическими науками являются *зоология* и *ботаника*, изучающие животных и растения соответственно. Однако в процессе дифференциации они разделились на ряд самостоятельных наук.

Например, внутри ботаники можно выделить *альгологию* – науку о водорослях, *лихенологию* – о лишайниках, *бриологию* – о мхах и др.

Внутри зоологии выделяют следующие разделы: *малакология* – наука о моллюсках, *арахнология* – наука о паукообразных, *энтомология* – наука о насекомых, *акарология* – наука о клещах, *ихтиология* – наука о костистых рыбах, *герпетология* – наука о чешуйчатых рептилиях, *орнитология* – наука о птицах, *териология* – наука о наземных млекопитающих.

В настоящее время изучением систематических групп занимаются такие разделы как: *вирусология* – наука о вирусах; *микробиология* – наука, занимающаяся изучением микроорганизмов; *микология* – наука о грибах; *антропология* – наука о человеке.

При изучении различных сторон жизнедеятельности живых организмов в зоологии, микробиологии и ботанике выделяются следующие подразделы:

✓ *систематика* – изучает систематику и родство разных групп организмов;

- ✓ *морфология* – исследует внешнее строение органов организмов и их видоизменения;
- ✓ *анатомия* – изучает внутреннее строение организмов;
- ✓ *физиология* – изучает процессы, протекающие в организмах;
- ✓ *генетика* – изучает закономерности наследственности и изменчивости, их материальные носители.

По направлениям исследований биологию можно разделить на следующие дисциплины:

1. Изучение разных уровней живой материи. По уровню изучения живой материи различают следующие науки:

- ✓ *молекулярная биология* – наука, исследующая общие свойства и проявления жизни на молекулярном уровне;

- ✓ *цитология, или учение о клетке* (от греч. «цитос» – клетка), изучает клеточный уровень организации живого, химический состав клетки, биохимические процессы, которые здесь протекают, строение и функции отдельных органоидов клетки;

- ✓ *гистология, или учение о тканях* (от греч. «гистос» – ткань), изучает тканевый уровень организации живого;

- ✓ *анатомия, морфология и физиология* – науки о строении и функционировании органов и систем органов, изучают уровень органа и организма;

- ✓ *экология* – биология групп организмов (популяций, видов и т.д.).

2. Отдельно можно выделить науки о развитии живой материи. Сюда обычно относят биологию индивидуального и исторического развития организмов:

- ✓ *эмбриология* – наука о предзародышевом развитии, оплодотворении, зародышевом и личиночном развитии организмов;

- ✓ *теория эволюции, или эволюционное учение*, – комплекс знаний об историческом развитии живой природы.

3. Изучением коллективной жизни и сообществ живых организмов занимаются:

- ✓ *этология* – наука о поведении животных,
- ✓ *экология* (в общем смысле) – наука об отношениях различных организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой.

Естественно, такая классификация биологических наук в значительной степени условна и не дает представления обо всем многообразии биологических дисциплин.

Ведущее положение в современном комплексе биологических наук занимают *физико-химическая биология, клеточная инженерия и молекулярная биология*, новейшие данные которых вносят существенный вклад в представления о научной картине мира.

## 2. Методы исследований в биологии

Основными методами, используемыми в биологических науках, являются *описательный, сравнительный, исторический и экспериментальный*.

*Описательный метод* является самым старым методом и основан на наблюдении организмов. Он заключается в сборе фактического материала и описании его.

Возникнув в самом начале биологического познания, этот метод долгое время оставался единственным в изучении организмов. Поэтому старая (традиционная) биология являлась, по существу, описательной наукой. Использование этого метода позволило заложить основы биологических знаний. Описательный метод широко используется и в наше время, особенно в зоологии, ботанике, цитологии, экологии и других науках.

*Сравнительный метод* заключается в сравнении изучаемых организмов, их структур и функций между собой с целью выявления сходств и различий.

С помощью этого метода и в сочетании с описательным методом были получены сведения, позволившие в XVIII в. заложить основы систематики растений и животных (К. Линней), а также сформулировать клеточную теорию (М. Шлейден и Т. Шванн) и учение об основных типах развития (К. Бэр). Метод

был широко использован в XIX в. в обосновании теории эволюции, а также в перестройке ряда биологических наук на основе этой теории. Однако использование этого метода не сопровождалось выходом биологии за пределы описательной науки.

Сравнение приобретает особую ценность тогда, когда невозможно дать определение понятия. Например, с помощью электронного микроскопа часто получают изображения, истинное содержание которых заранее неизвестно. Только сравнение их со светомикроскопическими изображениями позволяет получить желаемые данные.

*Исторический метод* входит в биологию во второй половине XIX в. благодаря Ч. Дарвину, который позволил поставить на научные основы исследование закономерностей появления и развития организмов, становления структуры и функций организмов во времени и в пространстве.

Исторический метод превратил биологию из науки чисто описательной в науку, объясняющую, как произошли и как функционируют многообразные живые системы. Благодаря этому методу биология поднялась сразу на несколько ступеней выше. В настоящее время исторический метод вышел, по существу, за рамки метода исследования. Он стал всеобщим подходом к изучению явлений жизни во всех биологических науках.

*Экспериментальный метод* заключается в активном изучении того или иного явления путем эксперимента. При постановке эксперимента имеется возможность не только варьировать, но и строго контролировать влияние на живые организмы любых факторов по заданной программе.

Экспериментальный метод широко вошел в биологию лишь в начале XIX в., причем через физиологию, в которой стали использовать большое количество инструментальных методик, позволявших регистрировать и количественно характеризовать приуроченность функций к структуре.

Начиная примерно с 40-х гг. XX в. экспериментальный метод в биологии подвергся значительному усовершенствованию

за счет повышения разрешающей способности многих биологических методик и разработки новых экспериментальных приемов. Например, была очень повышена разрешающая способность генетического анализа, ряда иммунологических методик.

В практику исследований были введены культивированные соматические клетки, выделение биохимических мутантов микроорганизмов и соматических клеток и т.д.

В настоящее время экспериментальный метод характеризуется исключительными возможностями в изучении явлений жизни и подразделяется на ряд методов:

- ✓ микроскопия разных видов, включая электронную;
- ✓ биохимические методы;
- ✓ иммунологические методы;
- ✓ разнообразные методы культивирования и прижизненного наблюдения в культурах клеток, тканей и органов;
- ✓ метод маркировки эмбрионов, техника оплодотворения в пробирке;
- ✓ метод меченых атомов;
- ✓ рентгеноструктурный анализ;
- ✓ ультрацентрифугирование;
- ✓ спектрофотометрия и т.д.

*Моделирование* – это исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения моделей и их функционирования. Наряду с моделированием на уровне организмов в настоящее время развивается моделирование на молекулярном и клеточном уровнях, а также математическое моделирование различных экологических процессов.

## Раздел 1. Живые системы

### 1.1. Жизнь как особая форма материи. Свойства живого

#### 1.1.1. Определение понятия «жизнь». Субстрат жизни

##### Живое вещество. Живые системы

**Определение понятия «жизнь».** Предметом изучения биологии являются живые организмы. Чтобы продолжать разговор о живых организмах, необходимо сформулировать определение понятия «жизнь».

Большое внимание проблеме определения понятия жизни и вопросу о критериях и свойствах живого уделяли такие ученые, как Э. Шредингер, А. Н. Колмогоров, Н.С. Шкловский, К. Саган, И. Пригожий. Однако четкого, ясного, всеми (или хотя бы большинством специалистов) принятого определения так и не существует.

Так, например, К. Гробстейн предлагает такую формулировку: «Жизнь – это макромолекулярная система, для которой характерна определенная иерархическая организация, а также способность к воспроизведению, обмен веществ, тщательно регулируемый поток энергии, являет собой распространяющийся центр упорядоченности в менее упорядоченной Вселенной».

Российский математик А.А. Ляпунов характеризует жизнь как «высокоустойчивое состояние вещества, использующее для выработки сохраняющих реакций информацию, кодируемую состояниями отдельных молекул».

Материалистическое определение жизни дал один из основоположников научного коммунизма Ф. Энгельс: *«Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел».* Это определение дано Энгельсом более 100 лет назад, но не потеряло своей актуальности. В него вошли два важных положения:

- 1) жизнь тесно связана с белковыми телами, белками;
- 2) непереносимое условие жизни – постоянный обмен веществ, с прекращением которого прекращается жизнь.

Всеобщим методологическим подходом к пониманию сущности жизни в настоящее время является понимание жизни в качестве процесса, конечный результат которого – самообновление, проявляющееся в самовоспроизведении.

Все живое происходит только из живого, а всякая организация, присущая живому, возникает только из другой подобной организации. Следовательно, можно дать еще одно определение: *«Жизнь – это специфичная структура, способная к самовоспроизведению (размножению) и самоподдержанию с затратой энергии»*. Здесь подчеркиваются две другие особенности живых организмов:

- 1) живые системы способны к самовоспроизведению (репродукции);
- 2) живым организмам необходима энергия для существования и присуща способность к самоподдержанию.

Сущность жизни заключается в ее самовоспроизведении, в основе которого лежит координация физических и химических явлений и которое обеспечивается передачей генетической информации от поколений к поколениям. Именно эта информация обеспечивает самовоспроизведение и саморегуляцию живых существ. Поэтому жизнь – это качественно особая форма существования материи, связанная с воспроизведением.

Если сравнивать жизнь с неживыми системами, она представляет собой *особую форму движения материи*, высшую по сравнению с физической и химической формой существования, а живые организмы резко отличаются от неживых систем (объектов физики и химии) своей *исключительной сложностью и высокой специфичностью, структурной и функциональной упорядоченностью*.

Эти отличия придают жизни качественно новые свойства, вследствие чего живое и представляет собой особую ступень развития материи.



**Субстрат жизни.** В качестве субстрата жизни рассматриваются нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК) и белки (см. «Химический состав живых систем»).

Нуклеиновые кислоты – это сложные химические соединения, содержащие углерод, кислород, водород, азот и фосфор. ДНК является генетическим материалом клеток, определяет химическую специфичность генов. Под контролем ДНК идет синтез белков, в котором участвуют РНК.

Белки – это также сложные химические соединения, содержащие углерод, кислород, водород, азот, серу, фосфор. Молекулы белков характеризуются большими размерами, необычайным разнообразием, которое создается аминокислотами, соединенными в полипептидных цепях в разном порядке. Большинство клеточных белков представлено ферментами. Они выступают также в роли структурных компонентов клетки. Каждая клетка содержит сотни разных белков, причем клетки того или иного типа обладают белками, свойственными только им. Поэтому содержимое клеток каждого типа характеризуется определенным белковым составом.

Ни нуклеиновые кислоты, ни белки в отдельности не являются субстратами жизни. В настоящее время считают, что субстратом жизни являются *нуклеопротеиды*. Они входят в состав ядра и цитоплазмы клеток животных и растений. Из них построены хроматин (хромосомы) и рибосомы. Они обнаружены на протяжении всего органического мира – от вирусов до человека.

Можно сказать, что нет живых систем, не содержащих нуклеопротеидов.

Однако важно подчеркнуть, что нуклеопротеиды являются субстратом жизни лишь тогда, когда они находятся в клетке, функционируют и взаимодействуют там. Вне клеток (после выделения из клеток) они являются обычными химическими соединениями.

Следовательно, жизнь есть, главным образом, функция взаимодействия нуклеиновых кислот и белков, а живым является то, что содержит самовоспроизводящую молекулярную систему в виде механизма воспроизводства нуклеиновых кислот и белков.

**Живое вещество** – это то, что образует совокупность тел всех живых организмов независимо от их принадлежности к той или иной систематической группе.

Общая масса (в сухом виде) живого вещества на планете Земля составляет  $2,4\text{--}3,6 \times 10^{12}$  т. Впервые понятие о живом веществе появилось в рамках учения о биосфере В.И. Вернадского.

В.И. Вернадский все вещество, существующее во вселенной, разделял на несколько групп (живое, биокосное и косное вещество и т.д.), отводя главную роль в формировании и существовании биосферы живому веществу. Классификация В.И. Вернадского имеет следующий вид:

1. *Живое вещество.* По определению В.И. Вернадского, «*живое вещество – это совокупность живых организмов, выраженная через массу, энергию и химический состав*». Или, другими словами, *живое вещество* – это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере.

Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. В настоящее время на Земле существует более 2 млн организмов, из них 0,5 – растения, 1,5 – животные и микроорганизмы (из них 1 млн насекомых). Однако полагают, что число видов на земле в 2–3 раза больше, чем их описано, так как не учтены многие насекомые и микроорганизмы, особенно в тропических лесах, глубинных частях океана и в других малоосвоенных местообитаниях. Кроме того, считается, что к настоящему времени арену биосферы оставили более 95% видов – обитателей прошлых геологических эпох.

Основная функция живого вещества – непрерывное создание органического вещества. За миллиарды лет фотосинтезирующие организмы связали и превратили в химическую энергию огромное количество солнечной энергии.

2. *Биогенное вещество* – это совокупность некогда существовавших организмов, утративших механизм синтеза нуклеиновых кислот и белков, т.е. способность к мо-

лекулярному воспроизведению. Иными словами, биогенное вещество – это тела, созданные и переработанные живыми организмами.

К ним относятся осадочные породы, например известняк, образованный из остатков живших когда-то организмов, источники энергии (каменный уголь, нефть, торф), кремниевые сланцы и некоторые руды.

3. *Косное вещество* – это та часть материи, которая имеет неорганическое (абиотическое) происхождение и ничем не связана в своем образовании и строении с живыми организмами.

Неживая материя в отличие от живого не способна поддерживать свою структурную организацию и использовать для этих целей внешнюю энергию.

Чаще всего косное вещество – это горные породы магматического происхождения (минералы, гранит, базальт), а также другие твердые, жидкие, газообразные вещества, в образовании которых живые организмы не участвуют.

4. *Биокосное вещество* создается в результате взаимодействия живых организмов и косных процессов.

Например, биокосным веществом является почва – продукт распада и переработки горных и осадочных пород ветровой, водной эрозией и живыми организмами.

5. *Вещество, находящееся в радиоактивном распаде.* Это радиоактивные вещества, образующиеся в результате распада радиоактивных (нестабильных) элементов (радий, уран, торий и т.д.).

6. *Рассеянные атомы.* Рассеянные атомы (химические элементы) находятся в земной коре в рассеянном состоянии. Создаются из всякого рода земных веществ под действием космического излучения

7. *Вещество космического происхождения* – метеориты, протоны, нейтроны, электроны. Проникают к поверхности земли из космического пространства.

Живое вещество неотделимо от биосферы и является его функцией, а также одной из самых могущественных геологических сил на планете.

Уничтожение отдельных компонентов живого вещества может привести к нарушению системы в целом, т.е. к экологической катастрофе и гибели системы живого вещества в целом.

Рассмотрим некоторые наиболее общие *признаки живого вещества* на примере организма. Система, состоящая из живого вещества (организм):

1) способна к *росту и развитию*, т.е. она увеличивается в размерах;

2) сохраняет в течение времени своего существования наиболее типичные свои признаки и передает эти признаки по наследству;

3) способна к *размножению*, благодаря чему обеспечивается существование данного вида в течение длительного (с исторических позиций) времени.

Живое вещество как совокупность всех организмов, живущих на Земле, состоит из нескольких царств (прокариотов, животных, растений, грибов), которые находятся в сложных взаимоотношениях.

Живое вещество имеет сложное строение и разные уровни организации.

**Живые системы (биосистемы)** – это целостные сложные системы, состоящие из простых элементов. Например, элементами клетки как целостной системы являются молекулы, ее части и органоиды, связанные между собой; элементами организма – клетки, ткани, органы и системы органов; элементами вида – особи и популяции; элементами биосферы – все живые организмы, связанные со средой обитания и образующие биогеоценозы.

Живые системы обладают рядом *признаков*:

1. Биосистемам присуща иерархичность. Это означает, что система одного уровня организации может рассматриваться как элемент системы высшего ранга. Например, клетка – элемент системы более высокого ранга – организма, а организм – элемент вида. Системы низкого ранга, хотя и подчинены системам более высокого ранга, обладают определенной самостоятельностью, поскольку связаны с окружающей средой обменом веществ, энергии и информации.

2. Каждый элемент биосистемы выполняет определенные функции. Например, в организме животного кровеносная система транспортирует вещества, нервная система проводит импульсы и т.д.

3. Живые системы устойчивы, саморазвиваются, эволюционируют. Любая живая система обладает способностью противостоять влиянию внешней среды и использовать получаемую извне энергию. В то же время системы изменяются в ходе индивидуального и исторического развития.

4. Живым системам свойственна адаптация, т.е. приспособленность к среде обитания.

Особенность биологических объектов как иерархических систем обусловила выделение основных уровней организации живой природы: *клеточного, организменного, популяционно-видового, биоценотического и биосферного*. От уровня к уровню наблюдается усложнение биосистем, появление у них новых качеств.

### 1.1.2. Свойства живого

Строгого и четкого определения понятия «жизнь» не существует. По этой причине мы не можем с достаточной степенью достоверности говорить о ее природе или происхождении. Однако возможно перечислить и описать те признаки живой материи, которые отличают ее от предметов неживой природы. Разные авторы выделяют от 10 до 12 различных свойств живого.

Рассмотрим наиболее полный перечень общих, характерных для всего живого свойств и их отличий от похожих процессов, протекающих в неживой природе.

**1. Единство химического состава.** В состав живых организмов входят те же химические элементы, что и в неживые объекты, однако их соотношение различно.

Элементарный состав неживой природы наряду с кислородом представлен в основном *кремнием, железом, магнием, алюминием* и т.д. В живых организмах 98% химического состава приходится на четыре элемента – *углерод, кислород, азот и водород*, которые являются основными *биогенными* элементами.

Помимо них важны *натрий, магний, хлор, сера, калий* и др. Все перечисленные химические элементы участвуют в построении организма в виде ионов либо в составе тех или иных соединений – молекул неорганических или органических веществ.

**2. Обмен веществ (метаболизм).** Все живые организмы способны к обмену веществ с окружающей средой, поглощая из нее элементы, необходимые для питания, и выделяя продукты жизнедеятельности.

Отметим, что в неживой природе также существует обмен веществами. Однако в неживой природе они просто переносятся с одного места на другое или меняется их агрегатное состояние: например, смыв почвы, превращение воды в пар или лед. В отличие от этого у живых организмов в круговороте органических веществ осуществляются процессы синтеза и распада.

**3. Саморегуляция (авторегуляция).** Это способность живых организмов, обитающих в непрерывно меняющихся условиях окружающей среды, поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность течения физиологических процессов, т.е. *гомеостаз*.

Недостаток поступления каких-либо питательных веществ мобилизует внутренние ресурсы организма, а избыток вызывает прекращение синтеза этих веществ. Саморегуляция осуществляется разными путями благодаря деятельности регуляторных систем – нервной, эндокринной, иммунной и др.

В биологических системах надорганизменного уровня саморегуляция осуществляется на основе межорганизменных и межпопуляционных отношений.

**4. Самовоспроизведение (репродукция).** Это свойство организмов воспроизводить себе подобных. Это свойство является важнейшим среди всех остальных. Благодаря репродукции не только целые организмы, но и клетки и молекулы после деления сходны со своими предшественниками. Важнейшее значение самовоспроизведения заключается в том, что оно поддерживает существование видов, определяет специфику биологической формы движения материи.

Этот процесс осуществляется практически на всех уровнях организации живой материи:

- ✓ на молекулярном уровне происходит самовоспроизведение молекулы ДНК. Из одной молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты при ее удвоении образуются две дочерние молекулы, полностью повторяющие исходную. Репродукция на молекулярном уровне является основой для всех последующих уровней;

- ✓ на субклеточном уровне происходит удвоение пластид, центриолей, митохондрий;

- ✓ на клеточном уровне – деление клетки;

- ✓ на тканевом – поддержание постоянства клеточного состава за счет размножения отдельных клеток;

- ✓ на организменном репродукция проявляется в виде бесполого или полового размножения.

**5. Наследственность.** *Наследственность* заключается в способности организмов передавать свои признаки, свойства и особенности развития из поколения в поколение. Она обусловлена стабильностью, т.е. постоянством строения молекул ДНК. Благодаря наследственности сохраняются общие признаки для родственных организмов, организмов одного вида и т.д.

**6. Изменчивость.** *Изменчивость* – это генетически обусловленная способность организмов приобретать новые признаки и свойства. Она определяется изменениями в генетических структурах. Это свойство противоположно наследственности, но вместе с тем тесно связано с ней, так как при этом изменяются гены, определяющие развитие тех или иных признаков. Если бы деление молекул ДНК всегда происходило с абсолютной точностью, то при размножении организмы имели бы одни и те же признаки и не могли приспосабливаться к меняющимся условиям среды.

**7. Рост и развитие.** Способность к развитию – это всеобщее свойство материи. Под *развитием* понимают необратимое направленное закономерное изменение объектов живой природы, которое сопровождается приобретением адаптаций (приспособлений), возникновением новых видов.

В результате развития возникает новое качественное состояние объекта, вследствие которого изменяется его состав или структура. Развитие живых организмов существования материи представлено индивидуальным развитием, или *онтогенезом*, и историческим развитием, или *филогенезом*.

Развитие сопровождается *ростом*, это направленное закономерное количественное изменение, увеличение размеров организма.

**8. Специфичность организации.** Она характерна для любых организмов, в результате чего они имеют определенную форму и размеры.

Единицей организации (структуры и функции) является клетка. В свою очередь клетки специфически организованы в ткани, последние – в органы, а органы – в системы органов. Организмы не «разбросаны» случайно в пространстве. Они специфически организованы в *популяции*, а популяции специфически организованы в *биоценозы*. Последние вместе с абиотическими факторами формируют *биогеоценозы* (*экологические системы*), являющиеся элементарными единицами биосферы.

**9. Упорядоченность структуры.** Для живого характерна не только сложность химических соединений, из которого оно построено, но и упорядоченность их на молекулярном уровне, приводящая к образованию молекулярных и надмолекулярных структур.

Создание порядка из беспорядочного движения молекул – это важнейшее свойство живого, проявляющееся на молекулярном уровне.

Упорядоченность в пространстве сопровождается упорядоченностью во времени. В отличие от неживых объектов упорядоченность структуры живого происходит за счет внешней среды. При этом в среде уровень упорядоченности снижается.

**10. Энергозависимость (потребление энергии).** Многие неживые объекты имеют сложную структуру, к тому же способны самоподдерживаться, размножаться, расти.



Например, кристаллы. В насыщенном растворе хлорида натрия (поваренной соли) выпадают кристаллы NaCl. По мере испарения раствора они растут, увеличиваются в числе и в размерах. Более того, обломив уголок кристалла и положив его в раствор обратно, мы можем наблюдать, что кристалл «залечит» дефект, обломанный уголок достроится NaCl, выпадающим из раствора. Кроме того, структура кристаллов специфична, зависит от того вещества, из которого они возникают. NaCl кристаллизуется в виде кубов, алмаз – в виде двух четырехгранных пирамидок с общим основанием – октаэдров. Почему же кристаллы не относятся к живым системам?

Отличием живых систем служат особенности в потреблении энергии. Кристаллы – структуры с минимумом свободной энергии. Чтобы разрушить кристалл, переведя его, например, в жидкое состояние, надо затратить энергию. Например, поглощая энергию, разрушается структура кристаллов льда, при этом каждый грамм льда должен получить около 333 кДж. Живые структуры, наоборот, поглощают энергию при росте и развитии (растения – в виде света, животные – потребляя пищу). Так что в энергетическом балансе кристаллы и живые существа – противоположности, особенно если учесть, что при разрушении живых систем энергия выделяется в виде теплоты, например при сгорании дров.

Живые тела представляют собой «открытые» для поступления энергии системы, т.е. динамические системы, устойчивые лишь при условии непрерывного доступа к ним энергии и материи извне. Следовательно, живые организмы существуют до тех пор, пока в них поступают энергия и материя в виде пищи из окружающей среды.

При этом в организме свободная энергия увеличивается, а энтропия, соответственно, понижается, а в окружающей среде свободная энергия, напротив, уменьшается, а энтропия возрастает. По образному выражению известного физика XX в. Э. Шредингера, «организм питается отрицательной энтропией».

**11. Ритмичность.** В биологии под ритмичностью понимают периодические изменения интенсивности физиологических процессов с различными периодами колебаний (от нескольких секунд до года и т.д.). Ритмичность направлена на приспособление к периодически меняющимся условиям среды.

**12. Движение.** Способностью к движению обладают все живые существа. Многие одноклеточные организмы двигаются с помощью особых органоидов.

К движению способны и клетки многоклеточных организмов (лейкоциты, блуждающие соединительнотканые клетки и др.), а также некоторые клеточные органеллы.

Совершенство двигательной реакции достигается в мышечном движении многоклеточных животных организмов, которое заключается в сокращении мышц.

**13. Раздражимость.** Любой организм неразрывно связан с окружающей средой: в процессе эволюции у живых организмов выработалось и закрепилось свойство избирательно реагировать на внешние воздействия. Это свойство носит название *раздражимости*.

Всякое изменение окружающих организм условий среды представляет собой по отношению к нему раздражение, а его реакция на внешние раздражители служит показателем его чувствительности и проявлением раздражимости. Способность живых организмов избирательно реагировать на внешние воздействия носит название *раздражимости*.

Реакция многоклеточных животных на раздражение осуществляется посредством нервной системы и называется *рефлексом*.

Организмы, которые не имеют нервной системы, лишены и рефлексов. У таких организмов реакция на раздражение осуществляется в разных формах:

а) *таксисы* – это направленные движения организма в сторону раздражителя (положительный таксис) или от него (отрицательный). Например, фототаксис – это движение в направлении к свету. Различают также хемотаксис, термотаксис и др.;

б) *тропизмы* – направленный рост частей растительного организма по отношению к раздражителю (геотропизм – рост корневой системы растения по направлению к центру планеты; гелиотропизм – рост побеговой системы по направлению к Солнцу, против силы тяжести);

в) *настии* – движения частей растения по отношению к раздражителю (движение листьев в течение светового дня в зависимости от положения Солнца на небосводе или, например, раскрытие и закрытие венчика цветка).

**14. Дискретность.** Дискретность – всеобщее свойство материи, от латинского «дискретус», что означает прерывистый, разделенный.

Так, известно, что каждый атом (от греч. *атомос* – неделимый) состоит из элементарных частиц, атомы образуют молекулу, простые молекулы входят в состав сложных соединений или кристаллов и т.д.

Жизнь на Земле также проявляется в виде дискретных форм. Это означает, что отдельный организм или иная биологическая система (вид, биоценоз т.д.) состоит из отдельных изолированных, т.е. обособленных или отграниченных в пространстве, но тесно связанных и взаимодействующих между собой частей, образующих структурно-функциональное единство.

Например, любой вид организмов включает отдельные особи. Тело высокоорганизованной особи образует отдельные органы, которые, в свою очередь, состоят из отдельных клеток.

В фантастических романах порой описывают неземную жизнь в виде единого целого, например живого океана на планете Солярис. Но на Земле жизнь существует в виде отдельных видов, представленных многими особями, индивидуумами (индивидуум по-латыни то же, что и «атом» по-гречески – «неделимый»).

**15. Специфичность взаимоотношений со средой.** Организмы живут в условиях определенной среды, которая для них служит источником свободной энергии и строительного материала.

В рамках термодинамических понятий каждая живая система (организм) представляет собой «открытую» систему, позволяющую взаимно обмениваться энергией и веществом в среде, в которой существуют другие организмы и действуют абиотические факторы.

Следовательно, организмы взаимодействуют не только между собой, но и со средой, из которой они получают все необходимое для жизни. Организмы либо отыскивают среду, либо адаптируются (приспосабливаются) к ней.

Между организмами и средой существует единство, заключающееся в том, что организмы зависят от среды, а среда изменяется в результате жизнедеятельности организмов. Результатом жизнедеятельности организмов является возникновение атмосферы со свободным кислородом и почвенного покрова Земли, образование каменного угля, торфа, нефти и т.д.

Свойства, перечисленные выше, присущи только живому. Некоторые из этих свойств обнаруживаются и при исследовании тел неживой природы, однако у последних они характеризуются совершенно другими особенностями.

Например, кристаллы в насыщенном растворе соли могут «расти». Однако этот рост не имеет тех качественных и количественных характеристик, которые присущи росту живого.

Между свойствами, характеризующими живое, существует диалектическое единство, проявляющееся во времени и пространстве на протяжении всего органического мира, на всех уровнях организации живого.

### **1.1.3. Функции живого вещества**

Живое вещество имеет сложное строение и играет наиболее важную роль по сравнению с другими веществами биосферы, в частности за счет того, что выполняет ряд важнейших функций.

1. *Энергетическая функция.* Заключается в способности живого вещества (растений) улавливать солнечную энергию и превращать ее в органические вещества. За счет фотосинтеза растения и бактерии связали и превратили в химическую энергию огромное количество солнечной энергии.

2. *Газовая функция.* Современный состав атмосферы Земли – результат деятельности живых организмов; на ранней Земле в атмосфере преобладали водород, метан, аммиак, углекислый газ.

За счет появления фотосинтезирующих организмов в современной атмосфере, а также во многих поверхностных минералах накоплен кислород. Ежегодно в атмосферу поступает  $10^{11}$  тонн  $O_2$ . За счет кислорода возник озоновый экран, защищающий Землю от жестких ультрафиолетовых лучей. Таким образом, жизнь сама создала защитный слой в атмосфере, задерживающий большинство этих лучей.

Большая часть углекислого газа современной атмосферы выделяется в процессах дыхания бесчисленных живых существ или сжигания органического топлива.

Атмосферный азот также является следствием деятельности жизни, он образуется в результате активности ряда почвенных бактерий, способных связывать азот.

3. *Транспортная функция.* Живое вещество способно переносить огромную массу элементов с одного места на другое.

Например, стаи саранчи могут перелетать с Африканского материка в Среднюю Азию, стаи рыб мигрируют из одного полушария в другое.

В ходе обмена веществ живые существа постоянно перераспределяют химические элементы в природе. Таким образом меняется химизм биосферы.

В.И. Вернадский писал, что на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим последствиям, чем живые организмы, взятые в целом.

4. *Концентрационная функция.* Организмы обладают способностью избирательно поглощать и накапливать в себе отдельные элементы в гораздо большем количестве, чем они есть в окружающей среде.

Например, раковины моллюсков концентрируют фосфор, в результате чего образуются залежи фосфоритов, многие морские виды концентрируют в своих скелетах кальций, кремний и,

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)