

даря постоянству видового состава и численности особей в нём. Гомеостаз любой биосистемы направлен на максимальное ограничение её зависимости от внешних и внутренних сил, на сохранение относительного постоянства её структур и функций. Если какая-то функция в биосистеме выполняется не одним, а несколькими компонентами, то стабильность такой биосистемы может повыситься, так как в ней всегда находятся факторы, ограничивающие избыточность какого-то компонента или замещающие выпавших. Особенно увеличивает стабильность системы её структурно-функциональная сложность.

Наконец, фундаментальным свойством всех живых систем (в отличие от неживых) является их *охваченность эволюционным процессом развития и усложнения*, непрерывно создающим новые формы жизни. В этом специфика систем живой материи и залог устойчивости биосферы как уникальной биосистемы планеты Земля.

1

Целостность, дискретность, открытость, информационность, саморегуляция, самоподдержание и способность к эволюции — неотъемлемые характерные свойства всех биосистем.

1. Почему живые системы относят к открытым системам?
2. Какие признаки являются общими для всех живых систем?
3. Является ли длительность существования во времени обязательной характеристикой биосистемы? Аргументируйте свой ответ.

Лабораторная работа № 1 «Наблюдение за живой клеткой» (см. Приложение).

§ 8

Структурные уровни организации жизни

Вспомните:

- чем обеспечивается целостность биосистемы;
- отличие живых систем от неживых систем;
- характерные признаки биосистем.

Системная организация живой материи. Мир живой природы представляет собой совокупность разнообразных живых систем различной сложности. В свою очередь, каждая биосистема (как любая система) представляет собой совокупность связанных в единое целое элементов (компонентов), выполняющих определённые функции. Взаимосвязи таких элементов выражает структура системы, которая может быть сложной или относительно простой.

Живой материи Земли свойственна системная организация.

Взаимодействуя со средой, живые системы адаптируются к ней, приобретают специфические свойства, но сохраняют свою целостность и определённый уровень сложности. Так, биосфера как биосистема очень многокомпонентна, поскольку состоит из таких подсистем, как биогеоценозы, виды и популяции, а они состоят из организмов. Но и организмы весьма сложны, даже одноклеточные. Поэтому в середине XX века различными учёными были предприняты попытки создать классификацию всего многообразия биосистем. В 60-е годы XX века уже сложилось представление о структурных уровнях организации жизни.

Понятие о структурных уровнях. Каждый тип биосистем отличается от других своеобразием присущих ему компонентов, процессов, структур и функций. Чтобы сравнивать свойства биосистем разных уровней, понимать, что можно считать «уровнем организации живого», и классифицировать их, отечественный философ В.И. Кремянский (1969) предложил тезис: «Каждый уровень специфичен и каждому свойственно проявление закона соотношения общего и частного». Исходя из этого, Кремянский сформулировал три обязательных критерия, по которым явление может быть признано самостоятельным структурным уровнем, существующим в пространстве и во времени: 1) в нём есть органическое отношение целого и его составных частей; 2) в нём есть специфические структуры как устойчивые признаки; 3) оно самостоятельно существует в пространстве и во времени.

Биосистемы разной степени сложности – это особые формы существования живой материи, называемые *структурными уровнями организации жизни*. Каждому типу биосистем присущи определённые закономерности и законы, процессы, структура и функции.

В настоящее время для сравнительного описания уровней обычно используют такие наиболее общие для них характеристики, как *структура*, *процесс*, *организация* и *значение*. Словом «структура» (от лат. *structura* – «строение») выражают взаимное расположение взаимосвязанных между собой элементов системы. Словом «процесс» (от лат. *processus* – «прохождение», «продвижение») обозначают закономерные изменения, развитие явления. Термин «организация» в теории структурных уровней выражает представление об управлении системой.

Структурные уровни организации живого. Жизнь на Земле возникла путём эволюции и может существовать только в виде различных биосистем. Становление и развитие живого вещества в процессе эволюции включало в себя появление не только дискретных носителей жизни (вначале молекулярных систем, затем клеток и многоклеточных организмов), но и возникновение надорганизменных систем: популяций и видов, биогеоценозов и целостной биосферы. Все они обеспечивают процесс самовоспро-

изведения и взаимообеспечения жизни в рамках биогенного круговорота веществ.

Критерием для выделения различных структурных уровней главным образом служит степень сложности структуры биосистем, возникшая в процессе исторического развития материи. Учитывая это и особенности проявления свойств жизни, выделяют шесть основных структурных уровней организации: *молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический и биосферный* (рис. 12).

Особенности основных структурных уровней организации жизни, их компоненты и свойственные им процессы показаны в таблице 3.



Рис. 12. Структурные уровни организации живой природы: 1 – молекулярный; 2 – клеточный; 3 – организменный; 4 – популяционно-видовой; 5 – биогеоценотический; 6 – биосферный

Основные структурные уровни организации живой материи

Уровень биосистем	Компоненты	Основные процессы
<p>Молекулярный Представлен разнообразными молекулярными комплексами, находящимися в живой клетке (биомембрана, цепи переноса электронов, хроматин, фотохимические системы и др.)</p>	<p>Молекулы неорганических и органических соединений и гены</p>	<p>Объединение молекул в особые комплексы. Осуществление физико-химических реакций в упорядоченном виде. Копирование ДНК, кодирование и матричная передача генетической информации. Все эти процессы осуществляются только внутри живой клетки</p>
<p>Клеточный Представлен свободно живущими клетками и клетками, входящими в многоклеточные организмы</p>	<p>Комплексы молекул химических соединений и органоиды клетки</p>	<p>Синтез органических веществ (биосинтез, фотосинтез), пластический и энергетический обмен. Регуляция внутриклеточных процессов. Деление клеток. Вовлечение химических элементов Земли и энергии Солнца в биосистемы</p>
<p>Организменный Представлен одноклеточными и многоклеточными организмами всех царств живой природы</p>	<p>Клетка – основной структурный компонент организма. Из клеток образуются ткани и органы многоклеточного организма</p>	<p>Обмен веществ, раздражимость, размножение, онтогенез. Изменчивость и передача наследственной информации потомкам. Обеспечение непрерывности жизни. Обеспечение гармонического соответствия организма среде его обитания</p>

Уровень биосистем	Компоненты	Основные процессы
<p>Популяционно-видовой Представлен огромным разнообразием видов с их популяциями, обеспечивающими более полное использование условий среды в ареале вида</p>	<p>Группы родственных особей, объединённых определённым генофондом и специфическим взаимодействием с окружающей средой</p>	<p>Поддержание устойчивости генофонда и возможности его изменчивости. Накопление элементарных эволюционных преобразований. Осуществление микроэволюции. Выработка адаптаций к изменяющейся среде. Видообразование. Увеличение биоразнообразия и усложнение форм приспособленности</p>
<p>Биогеоэкологический Представлен разнообразием естественных и культурных биогеоценозов во всех средах жизни</p>	<p>Популяции различных видов. Факторы среды. Пищевые сети, потоки веществ и энергии</p>	<p>Круговорот веществ и поток энергии, поддерживающие жизнь. Подвижное равновесие между живым населением и абиотической средой. Обеспечение живого населения условиями обитания как ресурсами жизни (питанием и жильем, укрытием и пр.)</p>
<p>Биосферный Представлен высшей, глобальной, формой организации биосистем — биосферой</p>	<p>Биогеоценозы и антропогенное воздействие (по Вернадскому: живое, косное и биокосное вещество)</p>	<p>Активное взаимодействие живого и неживого (косного) вещества планеты. Биологический глобальный круговорот. Активное биогеохимическое участие человека во всех процессах биосферы в виде хозяйственной и этнокультурной деятельности</p>

Иерархия структурных уровней биосистем. Перечень биосистем (от молекулярных систем до биосферы) по их структурной сложности представляет собой некую иерархию форм жизни, где каждый тип биосистем как бы находится на определённом уровне (ступени) — выше или ниже один по отношению к другому. При этом биосистемы все вместе представляют собой живую материю в виде сложной, упорядоченной структуры. Относительно друг друга биосистемы включены одна в другую как части в целое. В то же время каждая биосистема дискретна и представляет собой особую целостность в общей структуре живой материи.

Слово «уровень» показывает, что в развитии природных объектов есть положение неких «высоких» ступеней относительно «низких». Подчинённость менее высоких более высоким ступеням организованности систем часто выражают термином «иерархичность». Вместе с тем понятие «уровень» в каждом случае отражает сферу действия специфических законов, свойственных биосистемам, качественно отличающимся друг от друга по сложности своих структур.

Вся материя является носителем особых форм движения, выраженного в системах различного уровня. Биология в этом материальном мире изучает лишь структурные уровни организации живой материи, представленные в форме *живых систем — биосистем* (рис. 13).

Свойства и явления систем отдельных уровней возникают как результат слияния и взаимодействия частей систем предыдущих уровней. Притом каждая последующая ступень, вбирая в себя типы связей предыдущих уровней, видоизменяет их и включает в свои связи, отчего становится более сложной по структуре и по действию. То, что было раньше относительно самостоятельным *целым*, превращается в *части, элементы* более высокого уровня. Законы, присущие телам предыдущего уровня, влияют на поведение систем более высокого уровня и проявляются в них некоторыми сторонами, но не отражают их полностью, так как выступают как части целого. Таким образом, *каждому уровню присущи свои особые свойства*.

Заметим, что свойства систем более высокого уровня возникают не в результате разрушения свойств предыдущего уровня, а путём их интеграции — объединения и организации как новых единиц в единую систему. При этом всегда появляются новые, *добавочные, эмерджентные* (от англ. *emergence* — «неожиданно появляющийся») свойства. Поэтому каждому уровню присущи свои особые законы.

Все уровни имеют в своей структуре один и тот же материальный субстрат (живое вещество и неживую материю), но специфичность связей, существующих между элементами, приводит к возникновению особых свойств, характерных для этого уровня.

Каждый структурный уровень организации жизни — это особое природное явление, проявляющееся в пространстве и во времени.

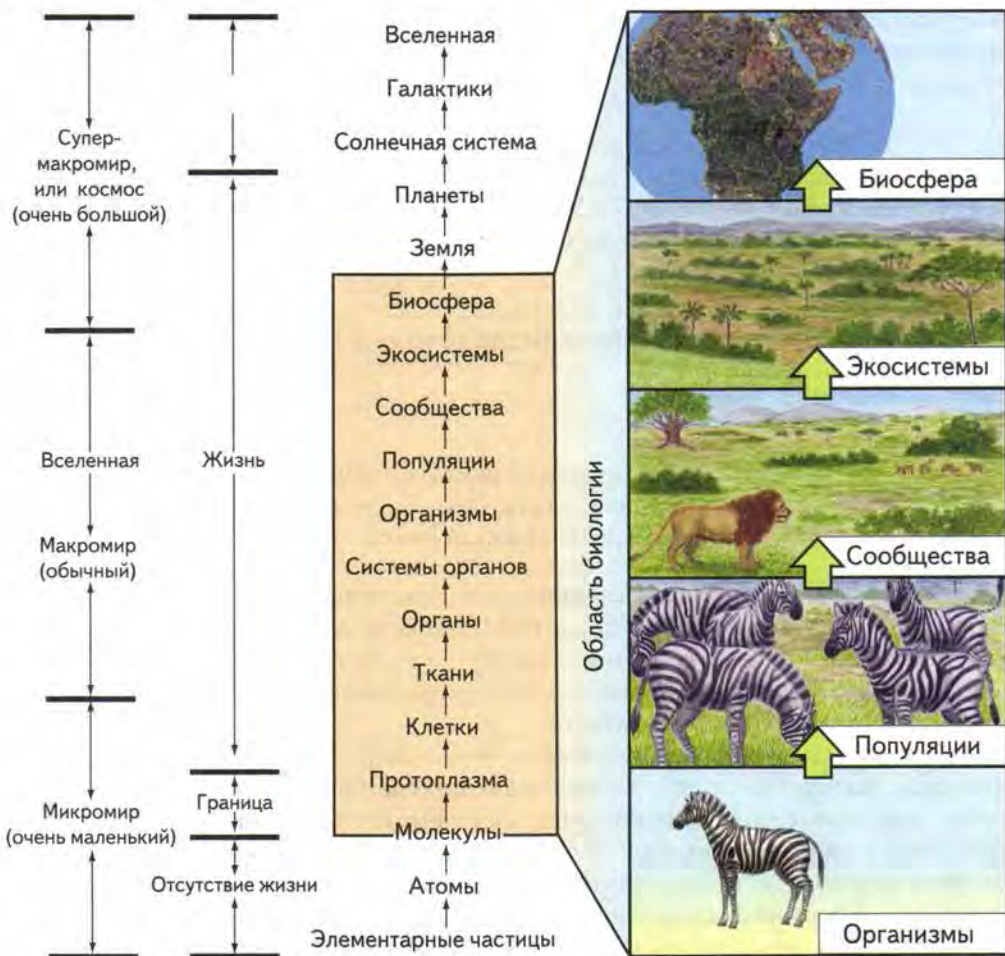


Рис. 13. Структурные уровни организации материи и расположение уровней жизни

Все уровни организации биосистем возникли фактически одновременно с появлением первых живых организмов ещё в очень давние времена. С тех времён – и в водной среде, и по выходе организмов на сушу – разнообразие жизни усложнилось: от суборганизменных, клеточных и организменных биосистем к надорганизменным и многовидовым формам.

Таким образом, жизнь на Земле сложно упорядочена и проявляется одновременно в виде нескольких разных структурных уровней организации биосистем. Между ними существует взаимообусловленное единство, обеспечивающее системную организацию и целостность живой материи. Все уров-

ни можно рассматривать как широкомасштабные явления жизни, где непрерывно совершается усложнение структуры биосистем и всей живой материи в целом.

1. Назовите основные уровни организации живой материи.
2. Почему организм, клетку и популяцию называют биосистемами?
3. В чём сходство и различие между человеком и еловым лесом? По каким признакам вы сравниваете их?

Вспомните:

- с какими целями биологи используют микроскоп, лупу и бинокль;
- как фиксируются результаты опытов и наблюдений;
- что такое наблюдение и эксперимент.

Традиционные методы исследования в биологии. Биология — наука, добывающая сведения о живой природе разными методами исследований. Метод (от греч. *methodos* — «путь к чему-либо») — это способ достижения цели. Методы выражают определённым образом упорядоченную деятельность исследователя в раскрытии сути явлений.

Основа любых биологических исследований — *наблюдение, сравнение, описание, измерение, определение и эксперимент*. Наблюдение, измерение и описание обеспечивают накопление фактического материала, отражающего предметы и явления природы. Метод сравнения даёт возможность выявлять сходство и различия между организмами, видами, другими биосистемами и их частями. Эксперимент позволяет активно изучать природные явления жизни с помощью заранее спланированного опыта, который используется не только для изучения явлений, но и для проверки гипотез, формулируемых на основании результатов, получаемых наблюдением, измерением, сравнением и другими методами исследований. Методы биологических исследований отличаются большим разнообразием и используются комплексно.

Биологические исследования проводят в полевых (природных) условиях и в лаборатории. Все полученные результаты подвергают количественному и качественному анализу.

В полевых условиях можно не только проводить наблюдения, но и ставить эксперимент. Его особенно широко используют растениеводы: создают различные условия минерального питания, меняют сроки посева и способы полива, выявляя агротехнику более эффективного выращивания культивируемых растений.