## Иерархическая система. Уровни организации жизни

Живая природа является целостной, но неоднородной системой, которой свойственна *иерархическая организация.* Под *системой,* в науке понимают единство, или целостность, составленное из множества элементов, которые находятся в закономерных отношениях и связях друг с другом. Главные биологические категории, такие, как геном (генотип), клетка, организм, популяция, биогеоценоз, биосфера, представляют собой системы. *Иерархической* называется система, в которой части, или элементы, расположены в порядке от низшего к высшему. Так, в живой природе биосфера слагается из биогеоценозов, представленных популяциями организмов разных видов, а тела организмов имеют клеточное строение.

Иерархический принцип организации позволяет выделить в живой природе отдельные *уровни,* что удобно с точки зрения изучения жизни как сложного природного явления.

В медико-биологической науке широко используют *классификацию уровней* в соответствии с важнейшими частями, структурами и компонентами организма, являющимися для исследователей разных специальностей непосредственными объектами изучения. Такими объектами могут быть организм как таковой, органы, ткани, клетки, внутриклеточные структуры, молекулы. Выделение уровней рассматриваемой классификации хорошо согласуется с разрешающей способностью методов, которыми пользуются биологи и врачи: изучение объекта невооруженным глазом, с помощью лупы, светооптического микроскопа, электронного микроскопа, современных физико-химических методов. Очевидна связь этих уровней и с типичными размерами изучаемых биологических объектов (табл. 1).

Таблица 1. Уровни организации (изучения), выделяемые в многоклеточном организме (по Э. Дс. Робертсу и др., 1967, с изменениями)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Размеры объекта | Объект изучения | Уровень организации (по объекту изучения) | Уровень организации (по методу изучения) |
| 0,1 мм (100 мкм) и более | Организм, органы | Организменный, органный | Анатомический |
| 100–10 мкм | Ткани | Тканевый | Гистологический (светооптический) |
| 20–0,2 мкм (200 нм) | Клетки (эукариотические и прокариотические) | Клеточный | Цитологический |
| 200–1 нм | Клеточные компоненты | Субклеточный | Ультраструктурный (электронно-микроскопический) |
| Менее 1 нм | Молекулы | Макромолекулярный | Физико-химический |

Взаимопроникновение идей и методов различных областей естествознания (физики, химии, биологии), возникновение наук на стыке этих областей (биофизика, биохимия, молекулярная биология) повлекли за собой расширение классификации, вплоть до выделения молекулярного и электронно-атомного уровней. Медико-биологические исследования, проводимые на этих уровнях, уже сейчас дают практический выход в здравоохранение. Так, приборы, основанные на явлениях электронного парамагнитного и ядерного магнитного резонанса, с успехом применяют для диагностики заболеваний и состояний организма.

Возможность исследовать фундаментальные биологические процессы, происходящие в организме, на клеточном, субклеточном и даже молекулярном уровнях является выдающейся, но не единственной отличительной чертой современной биологии. Для нее типичен углубленный интерес к процессам в сообществах организмов, которые определяют планетарную роль жизни.

Таким образом, классификация пополнилась надорганизменными уровнями, такими, как видовой, биогеоценотический, биосферный.

Разобранной выше классификации придерживается большинство конкретных медико-биологических и антропобиологических наук. Это неудивительно, так как она отражает уровни организации живой природы через исторически сложившиеся уровни ее изучения. В задачу курса биологии медицинского вуза входит преподать наиболее полную характеристику биологического «наследства» людей. Для решения этой задачи целесообразно воспользоваться классификацией, наиболее близко отражающей именно *уровни организации жизни.*

В названной классификации выделяются молекулярно-генетический, клеточный, Организменный, или онтогенетический, популяционно-видовой, биогеоценотический уровни. Особенность данной классификации заключается в том, что отдельные уровни иерархической системы жизни определяются в ней на общей основе выделения для каждого уровня *элементарной единицы* и *элементарного явления.* Элементарная единица – это структура или объект, закономерные изменения которых, обозначаемые как элементарное явление, составляют специфический для соответствующего уровня вклад в процесс сохранения и развития жизни. Соответствие выделяемых уровней узловым моментам эволюционного процесса, вне которого не стоит ни одно живое существо, делает их всеобщими, распространяющимися на всю область жизни, включая человека.

Элементарной единицей на *молекулярно-генетическом уровне* служит ген – фрагмент молекулы нуклеиновой кислоты, в котором записан определенный в качественном и количественном отношении объем биологической (генетической) информации. Элементарное явление заключается прежде всего в процессе *конвариантной редупликации,* или самовоспроизведении, с возможностью некоторых изменений в содержании закодированной в гене информации. Путем редупликации ДНК происходит копирование заключенной в генах биологической информации, что обеспечивает преемственность и сохранность (консерватизм) свойств организмов в ряду поколений. Редупликация, таким образом, является основой наследственности.

В силу ограниченной стабильности молекул или ошибок синтеза в ДНК (время от времени, но неизбежно) случаются нарушения, которые изменяют информацию генов. В последующей редупликации ДНК эти изменения воспроизводятся в молекулах-копиях и наследуются организмами дочернего поколения. Указанные изменения возникают и тиражируются закономерно, что и делает редупликацию ДНК конвариантной, т.е. происходящей иногда с некоторыми изменениями. Такие изменения в генетике получили название *генных* (или истинных) *мутаций.* Конвариантность редупликации, таким образом, служит основой мутационной изменчивости.

Биологическая информация, заключающаяся в молекулах ДНК, не участвует непосредственно в процессах жизнедеятельности. Она переходит в действующую форму, будучи перенесена в молекулы белков. Отмеченный перенос осуществляется благодаря механизму *матричного синтеза,* в котором исходная ДНК служит, как и в случае с редупликацией, матрицей (формой), но для образования не дочерней молекулы ДНК, а матричной РНК, контролирующей биосинтез белков. Отмеченное дает основание причислить матричный синтез информационных макромолекул также к элементарному явлению на молекулярно-генетическом уровне организации жизни.

Воплощение биологической информации в конкретные процессы жизнедеятельности требует специальных структур, энергии и разнообразных химических веществ (субстратов). Описанные выше условия в живой природе обеспечивает клетка, служащая элементарной структурой *клеточного уровня.* Элементарное явление представлено *реакциями клеточного метаболизма,* составляющими основу потоков энергии, веществ и информации. Благодаря деятельности клетки поступающие извне вещества превращаются в субстраты и энергию, которые используются (в соответствии с имеющейся генетической информацией) в процессе биосинтеза белков и других соединений, необходимых организму. Таким образом, на клеточном уровне сопрягаются механизмы передачи биологической информации и превращения веществ и энергии. Элементарное явление на этом уровне служит энергетической и вещественной основой жизни на всех других уровнях ее организации.

Элементарной единицей *организма того уровня* является *особь* в ее развитии от момента зарождения до прекращения существования в качестве живой системы, что позволяет также назвать этот уровень *онтогенетическим.* Закономерные изменения организма в индивидуальном развитии составляют элементарное явление данного уровня. Эти изменения обеспечивают рост организма, дифференциацию его частей и одновременно интеграцию развития в единое целое, специализацию клеток, органов и тканей. В ходе онтогенеза в определенных условиях внешней среды происходит воплощение наследственной информации в биологические структуры и процессы, на основе генотипа формируется фенотип организмов данного вида.

Элементарной единицей *популяционно-видового уровня* служит *популяция –* совокупность особей одного вида. Объединение особей в популяцию происходит благодаря общности *генофонда,* используемого в процессе полового размножения для создания генотипов особей следующего поколения. Популяция в силу возможности межпопуляционных скрещиваний представляет собой *открытую генетическую систему.* Действие на генофонд популяции элементарных эволюционных факторов, таких, как мутационный процесс, колебания численности особей, естественный отбор, приводит к эволюционно значимым изменениям генофонда, которые представляют элементарные явления на данном уровне.

Организмы одного вида населяют территорию с известными абиотическими показателями (климат, химизм почв, гидрологические условия) и взаимодействуют с организмами других видов. В процессе совместного исторического развития на определенной территории организмов разных систематических групп образуются динамичные, устойчивые во времени сообщества – *биогеоценозы,* которые служат элементарной единицей *биогеоценотического* (экосистемного) *уровня.* Элементарное явление на рассматриваемом уровне представлено потоками энергии и круговоротами веществ. Ведущая роль в этих круговоротах и потоках принадлежит живым организмам. Биогеоценоз – это открытая в вещественном и энергетическом плане система. Биогеоценозы, различаясь по видовому составу и характеристикам абиотической своей части, объединены на планете в единый комплекс – область распространения жизни, или *биосферу.*

Приведенные выше уровни отражают важнейшие биологические явления, без которых невозможны эволюция и, следовательно, само существование жизни. Хотя элементарные единицы и явления на выделяемых уровнях различны, все они тесно взаимосвязаны, решая свою специфическую задачу в рамках единого эволюционного процесса. С конвариантной редупликацией на молекулярно-генетическом уровне связаны элементарные основы этого процесса в виде явлений наследственности и истинной мутационной изменчивости. Особая роль клеточного уровня состоит в энергетическом, вещественном и информационном обеспечении происходящего на всех других уровнях. На онтогенетическом уровне биологическая информация, находящаяся в генах, преобразуется в комплекс признаков и свойств организма. Возникающий таким образом фенотип становится доступным действию естественного отбора. На популяционно-видовом уровне определяется эволюционная ценность изменений, относящихся к молекулярно-генетическому, клеточному и онтогенетическому уровням. Специфическая роль биогеоценотического уровня состоит в образовании сообществ организмов разных видов, приспособленных к совместному проживанию в определенной среде обитания. Важной отличительной чертой таких сообществ является их устойчивость во времени.

Рассмотренные уровни отражают общую структуру эволюционного процесса, закономерным результатом которого является человек. Поэтому типичные для этих уровней элементарные структуры и явления распространяются и на людей, правда, с некоторыми особенностями в силу их социальной сущности.

## Проявление главных свойств жизни на разных уровнях ее организации

Среди перечисленных выше свойств дискретность, структурированность, вещественно-энергетическая открытость, противоэнтропийная направленность характеризуют в равной степени гены, клетки, особи, популяции, биогеоценозы, проявляясь, таким образом, на всех уровнях. Вместе с тем такое свойство, как наличие генотипа и фенотипа, прямо относится лишь к организменному уровню и, возможно, к клеточному. Нетрудно, однако, видеть, что и оно является всеобщим, определяющим жизнь как таковую. Действительно, *генотипы* представляют собой совокупность генов. С другой стороны, генотипы особей, принадлежащих одной популяции, образуют ее *генофонд.* Именно этот генофонд служит источником генотипов организмов каждого следующего поколения.

*Биоценозы,* в свою очередь, представляют собой не случайные ассоциации организмов разных видов, а исторически сложившиеся сообщества взаимоприспособленных организмов. Взаимоприспособленность складывалась в процессе эволюции живого населения определенной территории и закреплена наследственно в генофондах соответствующих популяций. Совокупность таких генофондов составляет *генофонд биогеоценоза.* Непосредственными носителями биологической (генетической) информации являются нуклеиновые кислоты и белки, составляющие элементарную основу соответственно генотипа и фенотипа. С учетом рассуждении, приведенных выше, наличие информационных макромолекул с полным основанием рассматривают как специфическую общую характеристику не только клетки или организма, но и жизни в целом.

Традиционно способность к росту как одно из свойств живого относят к организму, связывая его с индивидуальным развитием последнего. На самом деле закономерные циклы развития, включающие изменения размеров, характеризуют элементарные структуры всех уровней. Редупликация ДНК, образование четвертичных структур белков за счет объединения отдельных полипептидов в функциональный комплекс, рост клетки между делениями и особи в процессе онтогенеза, изменение численности особей в популяции, сукцессия биогеоценоза с достижением им климаксного состояния – вот примеры, обосновывающие приложимость названного свойства ко всей области жизни.

Результатом закономерных циклов развития элементарные структур разных уровней организации жизни нередко, действительно, бывает увеличение их количества, т.е. размножение в буквальном смысле. Редупликация приводит к увеличению числа молекул ДНК, клеточные циклы – количества клеток, размножение на популяционном уровне – числа особей. Вместе с тем размножение в биологическом понимании – это обязательно воспроизведение в известных пределах колебаний определенной внутренней организации. Принцип воспроизведения «себе подобного» лежит в основе сохранения во времени элементарных структур всех уровней и, следовательно, тех элементарных явлений, которые с ними связаны. На молекулярно-генетическом уровне это двойная спираль ДНК, клеточном – клетка, онтогенетическом – особь данного биологического вида, популяционно-видовом – популяция с присущим ей генофондом, возрастной и половой структурой, биогеоценотическом – определенный видовой состав, включающий продуценты, консументы, деструкторы.

Любая упорядоченность возникает на основе информации, которая и воспроизводится в соответствующей структуре. Первичная биологическая информация записана в молекулах нуклеиновых кислот. Расчеты показывают, однако, что ее одной недостаточно для кодирования всего многообразия живых структур от белковых молекул до различных биоценозов. Необходимая дополнительная информация появляется в биологических структурах в процессе их развития вследствие того, что они являются *самоорганизующимися системами.* Законы, которым следуют эти системы, изучает междисциплинарное направление науки – *синергетика.*

Самоорганизующиеся системы отличаются низкими значениями энтропии, т.е. находятся далеко от состояния термодинамического равновесия. Подобное неравновесное состояние поддерживается благодаря потокам энергии и веществ, проходящих через названные системы. Процессы в самоорганизующихся системах сопровождаются рассеиванием энергии, в связи с чем их называют *диссипативными.*

Важная черта диссипативных систем – *целостность.* Она проявляется в том, что поведение элементов в этих системах определяется в большей мере структурой самой системы и в меньшей – их собственными свойствами. В своем развитии системы проходят ряд устойчивых состояний, разделенных периодами неустойчивости, с которыми связано возникновение новой информации. В каждом из таких периодов возможен выбор между несколькими вариантами дальнейшего развития, однако в целом процессу развития свойственна *эквифинальность,* т.е. закономерное достижение определенного конечного результата. В периоды неустойчивости система отличается повышенной чувствительностью к действию разнообразных факторов (*критические периоды*)*.*

Описанными выше чертами обладают такие биологические системы, как геном, клетка, организм, популяция, биогеоценоз. Всем им присуща способность к воспроизведению собственной структуры.

В основе проявлений жизни как особого явления лежит генетическая информация ДНК клеток. В ходе развертывания этой информации по законам, характерным для самоорганизующихся диссипативных систем, воссоздается иерархия биологических структур соответственно главным уровням организации жизни с типичными для них элементарными единицами и явлениями. Благодаря последним происходит процесс эволюции живой природы, сохраняющий жизнь на планете вот уже более 3,5 млрд. лет.

## Особенности проявления биологических закономерностей у людей. Биосоциальная природа человека

На планете среди других существ людям принадлежит уникальное место, что обусловлено приобретением ими в процессе антропогенеза особого качества – *социальной сущности.* Это означает, что уже не биологические механизмы, а в первую очередь общественное устройство, интеллект, производство, труд обеспечивают выживание, всесветное и даже космическое расселение, благополучие человечества. Социальность, однако, не противопоставляет людей остальной живой природе. Приобретение этого качества указывает лишь на то, что отныне историческое развитие представителей вида *Homo sapiens,* т.е. человечества, подчиняется законам общественного, а не биологического развития.

Человек остается включенным в систему органического мира. Этот мир складывался и развивался на протяжении большей части истории планеты независимо от человеческого фактора, более того, на определенном этапе своего развития он этот фактор породил. Человечество составляет своеобразный, но неотъемлемый компонент биосферы. Благодаря животному происхождению жизнедеятельность человеческого организма основывается на фундаментальных биологических механизмах, которые составляют его *биологическое наследство.* Биологическому наследству, формировавшемуся в процессе эволюции жизни, отводится видная роль в патологии человека. Крупный отечественный патолог И.В. Давыдовский писал, что естественность и законность болезней вытекают из основных свойств жизни, а именно из универсального и важнейшего свойства организмов – *приспосабливаться к меняющимся условиям внешней среды.* По его мнению, полнота такого приспособления и есть полнота здоровья.

Развитие жизни в одной из ее ветвей привело к появлению современного человека, объединяющего в себе биологическое и социальное. Характер взаимоотношения социального и биологического в человеке нельзя представить как простое сочетание в некоторой пропорции или прямое подчинение одного другому. Особенностью человеческого биологического является то, что оно проявляется в условиях определяющего действия законов общественного развития. Биологические процессы с необходимостью совершаются в организме человека, и им принадлежит фундаментальная роль в определении важнейших сторон жизнеобеспечения и развития. Вместе с тем эти процессы в популяциях людей не дают результата, закономерного и обязательного для популяций остальных представителей мира живых существ.

В качестве примера обратимся к процессу эволюции, которым в конечном итоге обусловливаются биологические механизмы главных уровней организации жизни – молекулярно-генетического, клеточного, онтогенетического, популяционно-видового, биогеоценотического. Генофонды популяций людей и в настоящее время изменяются в результате мутаций, комбинативной изменчивости, неслучайного подбора брачных пар, дрейфа генов, изоляции и некоторых форм естественного отбора. Однако благодаря действию в социальной сфере естественный отбор утратил здесь свою важнейшую биологическую функцию – видообразование. В таком случае среди людей исключается возможность завершенного эволюционного цикла путем достижения закономерного биологического результата – появления новых видов рода Человек. Сохраняющееся же действие элементарных эволюционных факторов, перечисленных выше, оборачивается в отношении человеческих популяций необычными с эволюционно-биологической точки зрения последствиями (например, не имеющим по масштабам равных в других видах организмов генетическим и, следовательно, фенотипическим разнообразием).

Знакомство с уже обширными, но еще мало систематизированными материалами, касающимися естественнонаучной стороны проблемы человека, указывает на неуклонный рост интереса к биологическим основам жизнедеятельности людей. Отчасти это обусловливается успехами биологической науки, открывающими перспективы активно влиять на ход многих физиологических процессов в организме. В немалой степени это связано с тем, что в условиях современной энергетической и технической оснащенности воздействие человечества на биосферу оказывается по своим результатам таким, что уже невозможно, даже с медицинской точки зрения, дальнейшее игнорирование людьми своей собственной биологии, своего биологического наследства.