

Периодическая система в биологии

Кандидат биологических наук
С. В. Багоцкий

Полубиологическая, полужизническая концепция уровней организации живой природы ныне вошла даже в школьные учебники по общей биологии. Это концепция, которая начала приобретать популярность с середины 1930-х годов благодаря Н. В. Тимофееву-Ресовскому, заключается в том, что живую природу рассматривают как своего рода матрешку.

Верхняя, самая большая матрешка – это биосфера, вся внешняя оболочка Земли, населенная живыми организмами и видоизмененная ими. Внутри биосферы мы выделяем сообщества организмов, по-научному именуемые биогеоценозами: например, еловые леса, кустарничковые тундры и т. д. Внутри биогеоценозов выделяют популяции – группы организмов одного и того же вида: например, все белки, живущие в популяционном – популяционная генетика и популяционная биология, биогеоценозами – синэкология.

Уровни организации живой природы изображают обычно в виде ряда: молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценозотический, биосферный. Думаю, что это не совсем удачно. Что, если построить Периодическую таблицу, наподобие той, которую создал Дмитрий Иванович Менделеев?

Чтобы лучше понять принцип построения Периодической системы, нам нужно ввести несколько определений.

Предположим, у нас есть кристалл поваренной соли (NaCl). На какие части мы его можем разделить? В нашем распоряжении два подхода. В первом случае мы берем молоток, ударяем по кристаллу, и тот распадается на много мелких кристалликов. А во втором – расплавляем кристалл, проводим электролиз, получаем металлический натрий и газообразный хлор.

Мелкие кристаллики по своим физическим и химическим свойствам принципиально не отличаются от большого кристалла, а физические и химические свойства натрия и хлора совершенно не похожи на свойства поваренной соли. Говорят, что в первом случае мы разделили кристалл на единицы, а во втором – на элементы. Свойства единиц похожи на свойства системы в целом, а элементы обладают иными, собственными свойствами.

Еще одно важное понятие – наименьшая единица. До каких пор можно дробить кристаллик хлористого натрия, чтобы каждая крупинка сохраняла свойства целого? Если речь идет о химических свойствах, то пределом будет одна молекула. Но только с точки зрения химических свойств! А если говорить о физических свойствах, то выделить наименьшую единицу кристаллика поваренной соли затруднительно: по мере перехода к наноразмерам его свойства постепенно меняются.

Итак, биосфера состоит из биогеоценозов, биогеоценозы – из популяций, популяции – из организмов и так далее. Очевидно, что организмы (точнее, их пары) – это единицы популяций, а вот сами популяции – не единицы, а элементы биогеоценозов. Беличья популяция широколиственного леса чем-то похожа на пару белок, но на лес она никак не похожа!

А теперь запишем систему уровней организации в два столбца. И пусть в левом столбце у нас окажется то, что естественно делить на элементы, а в правом – то, что естественно делить на единицы.

Биосфера	
Биогеоценоз	
Организм	Популяция
Клетка	
Молекула, несущая информацию	

Левый столбец заполнен, по-видимому, до конца. Теперь пора заполнить и правый. Рядом с молекулами, несущими информацию, впишем совокупность молекул, несущих одинаковую (точнее, однотипную) информацию. Так, если под объектом, стоящим слева, будет подразумеваться одна молекула фермента лактатдегидрогеназы, то справа мы должны поместить всю совокупность молекул лактатдегидрогеназы в клетке, добавив сюда участок ДНК, кодирующий этот фермент, и синтезированные на нем молекулы информационной РНК.

Рядом с клеткой поставим совокупность однотипных клеток, например лейкоцитов. А рядом с биогеоценозом –



РАЗМЫШЛЕНИЯ

совокупность всех биогеоценозов, например все еловые леса на планете. (Для обозначения таких совокупностей в биологии используется термин «биом».)

Теперь таблица будет выглядеть следующим образом:

Биосфера	
Биогеоценоз	Биом
Организм	Популяция
Клетка	Совокупность однотипных клеток
Молекула, несущая информацию	Совокупность молекул, несущих почти одинаковую информацию

Остается придумать названия для правого и левого столбцов. Давайте назовем то, что стоит в левом столбце, базовыми биологическими объектами, а то, что в правом, — обобщенными популяциями.

Теперь посмотрим, как меняются биологические свойства базовых объектов по мере восхождения от молекулы к биосфере.

Базовый объект низшего уровня — молекула, несущая информацию, то есть молекула белка и кодирующий ее участок молекулы нуклеиновой кислоты. Они обладают двумя важными свойствами: во-первых, хранят информацию, а во-вторых, могут реализовать ее, воплотить в жизнь. (Реализация генетической информации — это, например, работа фермента.) Понятно, что молекулы жиров и углеводов информации не несут и базовыми биологическими объектами не являются.

На уровне клетки появляются новые свойства. Информация копируется и преобразуется. Сами клетки растут и размножаются. Важное отличие от предыдущего уровня состоит в том, что для своего существования клетка должна непрерывно расходовать энергию. Отдельная молекула — носитель наследственной информации энергию не потребляет.

А чтобы получать энергию, клетка должна питаться и дышать (впрочем, некоторые клетки обходятся без дыхания,

расщепляя топливо в бескислородных условиях). При этом в многоклеточном организме клетка не добывает себе пищу и кислород активно: как в хорошей плановой системе, снабжение отдельных клеток обеспечивает организм в целом.

При переходе от клетки к организму появляется еще одно принципиально новое свойство: способность активно добывать пищу. Отдельные клетки кошки не ловят клетки мышки — мышку ловит кошка в целом.

У биогеоценоза опять появляется новое свойство: способность его членов совокупными усилиями воспроизводить ресурсы друг для друга. Все новые и новые поколения волков находят себе пищу, поскольку в биогеоценозах все время размножаются зайцы, а зайцы питаются травой, которая вырастает снова и снова. Этот круговорот крутится за счет солнечной энергии.

Наконец, биосфера формирует общую для всех атмосферу Земли — атмосферу, богатую кислородом, благодаря которому из относительно небольшого количества топлива можно получить много энергии. Кроме того, в верхних слоях атмосферы образуется слой озона, который поглощает ультрафиолетовое излучение и тем самым делает возможной жизнь на суше.

Пройдемся теперь по обобщенным популяциям. Обобщенная популяция любого уровня состоит из большого числа единиц (базовых объектов). Эти единицы очень похожи друг на друга, но между ними могут иметься небольшие отличия.

Вот очень важное обстоятельство: обобщенная популяция живет значительно дольше, чем базовые объекты, из которых она состоит. Молекулы, клетки, организмы рождаются и гибнут, а популяция молекул или организмов продолжает существовать.

Одним из главных отличительных свойств жизни считается обмен веществ. В своем изначальном смысле этот термин отражает непрерывное обновление вещества, из которого состоят живые организмы. К слову сказать, такое обновление свойственно не только живым организмам, но и текущей реке. «Нельзя дважды войти в одну и ту же реку», — говорил Гераклит. Он был не прав: река принадлежит к объектам, которые остаются сами собой, только обновляя свой состав. Так же



как и живые организмы. Непрерывное обновление вещества, из которого состоят организмы, — это, по сути, обновление несущих информацию макромолекул. То есть обновление базовых объектов популяции самого низкого уровня.

Как известно, движущая сила эволюции — конкуренция между генотипами внутри одной популяции. В результате такой конкуренции одни генотипы вытесняют другие и появляются новые формы жизни. Можно ли найти аналоги этого процесса в обобщенных популяциях других уровней? А если нет, то почему?

Популяция молекулярного уровня, как мы договорились, включает ген (участок ДНК, кодирующий белок), молекулы информационной РНК и молекулы белка. Конкуренции между ними нет: размножается только ДНК. Теоретически молекулы ДНК, кодирующие разные белки, могут конкурировать между собой за использование общих ресурсов для собственного размножения. Однако в норме такая конкуренция блокируется строго одновременным размножением всей ДНК в клетке. При вирусной инфекции синхронность нарушается, так как гены вируса размножаются независимо. Но это приводит не к прогрессивной эволюции, а к дегенерации клетки: в конкуренции побеждают гены, которые лучше используют общий ресурс в собственных целях.

К печальным результатам приводит и конкуренция клеток внутри организма: когда клетки начинают использовать централизованно распределяемые ресурсы в своих целях, возникнет раковая опухоль.

Мы можем попытаться увеличить число столбцов в периодической таблице, объединив несколько популяций в группу по какому-нибудь принципу. Например, в одну группу — все популяции растений, синтезирующих органическое вещество, в другую — все популяции растительных животных, в третью — все популяции хищников, в четвертую — организмы, разлагающие «мертвое» органическое вещество. Такие группы мы можем назвать трофическими уровнями. (Хотя здесь надо учесть, что организмы одного вида могут питаться разной пищей и в некоторых случаях окажется непонятным, в какую группу поместить ту или иную популяцию.) Популяции однотипных клеток организма можно, в свою очередь, сгруппировать в ткани. У животных выделяют четыре типа тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную, нервную, у растений их еще больше. Но гораздо сложнее классифицировать белковые молекулы: возможно, от такого деления лучше отказаться.

Можно сделать еще один, крайний правый столбец, в который включить совокупность *всех* популяций. Эта операция полезна тем, что наглядно показывает: сумма популяций не равняется базовому объекту более высокого уровня. Клетка — это не просто совокупность входящих в его состав молекул белков и нуклеиновых кислот, это еще и многие другие вещества, прежде всего вода. Многоклеточный организм — не только совокупность клеток, но и значительные количества внеклеточного вещества. Биогенез — не совокупность организмов, но и неживые компоненты почвы, и вода.

То же следует сказать о биосфере. Из учебника в учебник кочует традиционная ошибка: границами биосферы считается граница области распространения живых организмов. На самом деле влияние живых организмов простирается далеко за пределы области их распространения. В верхних слоях атмосферы нет живых организмов, но зато там есть молекулярный кислород (и его активные формы). А кислород, как мы знаем, образуют зеленые растения в результате фотосинтеза. Поэтому в состав биосферы входят не только нижние слои атмосферы, но и вся атмосфера. Пусть будет стыдно авторам учебников, бездумно переписывающим ошибки друг у друга!

Итак, любой базовый биологический объект состоит из биологической части, представляющей собою совокупность популяций более низкого уровня, и небиологической части, которую можно назвать абиогенной инфраструктурой. Заметим, кстати, что у обобщенных популяций своей абиогенной инфраструктуры нет. (Будет ли плазма крови, лишенная клеток, частью биологического объекта? На уровне клеток — нет, на уровне организмов — да. Точно так же озерная вода входит в состав биологического объекта на уровне биогенеза — но не на уровне организмов, обитающих в этом озере.)

Таким образом, окончательная периодическая таблица биологических систем приобретает следующий вид:

Базовый объект	Обобщенная популяция	Совокупность всех популяций
Биосфера		
Биогенез	Биом	Совокупность всех биомов
Многоклеточный организм	Популяция организмов	Совокупность всех популяций биогенеза (биоценоз)
Клетка	Популяция однотипных клеток	Совокупность всех клеток многоклеточного организма
Молекула — носитель информации	Популяция однотипных молекул — носителей информации	Совокупность всех молекул — носителей информации в клетке

Подобная таблица, как мне представляется, помогает лучше понять устройство жизни.

