**Важнейшие физические принципы, которые составляют основу организации, развития и функционирования живых систем**

Современные науки сейчас переживают период активной интеграции: всё чаще перед человеком ставятся задачи, требующие компетенции в различных областях знания. Работа над решением подобных задач неизбежно приводит к появлению различных смежных наук: например, в лингвистике таковыми являются психолингвистика, социолингвистика, лингвокриминалистика, эколингвистика. Такой же смежной наукой является и биофизика.

Впервые о ней упоминается в конце XIX в. в труде К. Пирсона «Грамматика науки». Необходимость в развитии отдельной интегрированной области знания появилась в результате стремления учёных выяснить, в чём разница между живой и неживой природой, где заканчивается компетенция физики и начинается компетенция биологии. В настоящее время накоплено достаточно знаний, чтобы ответить на эти вопросы. Рассмотрим в самых общих чертах, каковы же те физические принципы, которые составляют основу организации, развития и функционирования живых систем.

Ещё в школе детей учат, что все предметы окружающего мира состоят из материи, или вещества. Это вещество состоит из молекул, а молекулы, в свою очередь, состоят из атомов. На уроках химии школьникам объясняют, что атомы бывают разные и отличаются друг от друга по целому ряду свойств. Те атомы, которые имеют одинаковые свойства, или одинаковый заряд ядра, образуют химические элементы. Все элементы можно систематизированно представить в виде таблицы, автором которой является Д.И. Менделеев. В ней представлены все типы атомов, которые известны человеку. Однако любознательный школьник никогда не найдёт там ответ на вопрос: из каких атомов состоят предметы живой природы, а из каких – предметы неживой природы. Не найдёт потому, что на атомном уровне нет разницы между живой и неживой природой. Всё в этом мире состоит из одного набора атомов. Различия между живой и неживой природой проявляются на уровне молекул, которые эти атомы образуют. Школьник сталкивается с этим, когда в курсе химии начинается большой раздел органической химии, который говорит, что все органические соединения – это соединения четырёхвалентного углерода. Кроме углерода, для возникновения живых систем необходимо наличие кислорода, водорода и азота. Эти четыре элемента называют биогенными, и именно они составляют основу всего живого. Кроме них, для нормального функционирования живым организмам необходим ещё определённый набор микроэлементов: натрий, калий, кальций, магний и др. Все они так или иначе участвуют в образовании живой материи.

Определившись с тем, что является минимальным «строительным материалом» (на атомном уровне) для живых систем, постараемся ответить на вопрос, что является мельчайшим живым организмом.

Живые организмы от неживой природы отличает одно важное свойство: они способны воспроизводить себе подобных. Это возможно благодаря наличию в живых организмах молекул ДНК или РНК. Эти молекулы не встречаются в «голом» виде, они обязательно чем-то защищены. Например, белковой оболочкой, и природе этого достаточно, чтобы создать мельчайший организм – вирус. Вирусы – уникальные и необычные организмы: это единственные представители живой природы, которые состоят не из основного «строительного материала» живых систем – клеток. Все остальные организмы состоят хотя бы из единицы этого материала (одноклеточные). Именно на клеточном уровне проявляется такое важное качество живых систем, как дискретность.

Дискретность живой природы подразумевает наличие в ней составных частей, элементов, которые можно отдельно изучать. Это свойство тесно связано с другим важным свойством живых систем – иерархичностью. Она подразумевает уровневое строение живых систем. Так, множество клеток одного типа составляет ткань, ткани образуют органы, органы – системы органов, системы органов – организм, множество организмов – популяцию, различные популяции в пределах одной местности образуют биогеоценоз, а совокупность всех биогеоценозов составляет биосферу нашей планеты. Стоит отметить, что элементы нового уровня образуются не из простой суммы элементов предыдущего уровня: существуют определённые ограничения на сочетаемость элементов, и при образовании единицы более высокого порядка важную роль играют связи, которые возникают между элементами на предыдущем уровне. Именно такая уровневая организация живых систем определяет их устойчивость.

Кроме того, не менее важны связи, возникающие между элементами разных уровней. Между уровнями (подсистемами) живых систем происходит постоянный обмен веществом, зарядом, энергией и информацией. В этом проявляется такое свойство живых систем, как термодинамическая неравновесность. Это свойство необходимо для нормального функционирования организма. Если живая система находится в состоянии термодинамического равновесия, то это значит, что в ней отсутствует какой-либо запас энергии и она мертва.

Для физики намного удобнее изучать те системы, которые находятся близко к состоянию термодинамического равновесия, то есть в области линейной термодинамики. При воздействии на такие системы ответ оказывается пропорционален, и это означает, что система ведёт себя более предсказуемо. Именно поэтому, например, закон Ома и кулоновское взаимодействие работают в линейных системах, но неприменимы в нелинейных. Зная нелинейную природу живых систем, биология, в отличие от физики, не упрощает сознательно модели живой природы, а стремится изучать всю сложную совокупность составляющих её факторов. Можно сказать, что биология изучает живые системы скорее как распределённые, нежели как точечные.

Точечные системы отличаются от распределённых тем, что в них связь между процессами очень быстрая, то есть время, которое необходимо для того, чтобы один процесс повлиял на другой, гораздо меньше длительности самих этих процессов. Однако в зависимости от системы измерения любая система может быть представлена и как точечная, и как распределённая. Например, стадо овец можно рассматривать как точечную систему, если нам важна траектория перемещения стада, а можно как распределённую, если нас интересует взаимодействие овец в стаде во время выпаса. Кроме того каждую отдельную овцу можно рассматривать как точечную систему, если нам интересно, как она перемещается (даже в пределах стада), и как распределённую, если мы исследуем овцу как живой функционирующий организм.

С различением точечных и распределённых систем связано появление такой науки, как синергетика. Синергетика изучает общие закономерности явлений и процессов в сложных неравновесных системах (физических, химических, биологических, экологических, социальных и других) на основе присущих им принципов самоорганизации. Для неживой природы синергетический подход проявляется, например, в следующем. Допустим, мы изучаем такую систему, как поток воды в трубе с меняющимся диаметром. Современные вычислительные мощности не позволяют рассчитать траекторию каждой молекулы, но если предположить, что эти молекулы при движении упорядочиваются и ведут себя как единое целое, и применить определённые законы гидродинамики, то можно будет адекватно описать движение потока. Стоит отметить, что такая самоорганизация молекул воды рождает качественно новый объект исследования – поток жидкости.

Важно также, что при самоорганизации система проходит через регулярные упорядоченные состояния, которые называются симметриями. Очень подробно типы симметрий систем описаны в кристаллографии. К началу ХХ века было доказано, что всего существует 32 класса симметрий кристаллических многогранников, каждый класс характеризуется определённым набором поворотных осей, которые бывают 2, 3, 4 и 6 порядков. Подобные типы симметрий можно наблюдать и в живой природе (цветок лилии с 6 лепестками). Однако в ней существуют и другие поворотные оси, например 5 порядка (морские звёзды). Впервые обнаружил и описал симметрии такого типа Д. Шехтман в 1982 г. при изучении остывающего сплава алюминия и марганца. Значение этого открытия для биофизики следующее: оно показало, что неравновесные структуры могут быть регулярными.

Единственное условие, необходимое для того, чтобы неравновесная структура стала упорядоченной, – это наличие запаса или потока энергии, вещества или информации. Если оно соблюдено, то тогда такие симметричные состояния в неравновесных системах называются диссипативными структурами. Они могут создаваться в пассивных средах (более характерных для неживой природы) при наличии потока энергии, вещества или информации (яркий пример – ячейки Бенара), а могут и в активных (более характерных для живой природы) при наличии запаса энергии, вещества или информации, которые высвобождаются при прохождении автоволны (пожар в степи).

Таким образом, системы в живой и неживой природе имеют много общего. На атомном уровне между ними вообще нет никакой разницы, а вот на уровнях выше для описания и тех, и других могут быть использованы схожие физические принципы.