

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

УДК 573.22

**СОРАЗМЕРНОСТЬ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЗВИТИЯ БИОСИСТЕМ.
ВАРИАНТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКСИОМАТИКИ***Р.М. Зелеев***Аннотация**

Рассмотрены вопросы биологической аксиоматики и недостатки существующих познавательных подходов. Представлен авторский вариант биологических аксиом на основе представлений о единстве законов природы. Предлагается понятие «биосистема», включающее в качестве вариантов категории: организм, популяция и экосистема, которые в реальных живых объектах связаны взаимными переходами в результате действия факторов внешней или внутренней среды, поэтому представляют собой части единого рефрена. Вводится также понятие «соразмерность биосистемы», отражающее достижение соответствия биосистемы вмещающей среде в ходе ее адаптации, преодоления предшествующего несоразмерного состояния.

Ключевые слова: соразмерность, биосистемы, общенаучные постулаты, биологическая аксиоматика.

1. Анализ ситуации и постановка проблемы

Структурированность и взаимная согласованность живых систем на всех известных уровнях организации – от макромолекул до биосферы – представляет собой феномен, разгадка которого до сих пор является научной проблемой, не имеющей однозначного решения. В силу сложившихся исторических обстоятельств в широком общественном сознании (в том числе и научном) существует стереотипный ответ, предполагающий ведущую роль естественного отбора как главного или единственного фактора, порождающего это феномен. Между тем, не утихающие споры вокруг проблем, связанных с такой структурированностью и ее становлением в пространстве и времени, в том числе с макро- и микроэволюцией [1–3], указывают на то, что окончательное решение этого вопроса является делом будущего.

Доминирующая сегодня в биологии селекционистская парадигма, формализованная в синтетической теории эволюции (СТЭ), в отношении ее каузальных и когнитивных основ достаточно полно и разносторонне изучена. Литература по этой теме чрезвычайно разнообразна ([2, 4–9] и др.). Наряду с чаще всего упоминаемыми негативными чертами селекционизма, такими как редуccionизм, принципиальная нефальсифицируемость, отсутствие предсказательности, укажем

также те, что имеют отношение к исследуемой нами проблематике. Так, в работе «Глобальный эволюционизм и становление современного образа науки» указывается: «...Ч. Дарвин оказался в плену установок и допущений просветительского сознания, парадокс которого состоит в том, что, осуществляя секуляризацию, оно, тем не менее, сохраняло зависимость от теологического типа мышления в самом строе своих рассуждений» [10, с. 114]. В статье отмечается также: «...Строго придерживаясь аналогии с механической картиной мира, в частности, с представлением об однородном и изотропном пространстве механического взаимодействия, Ч. Дарвин решительно отвергает любые представления об иерархии уровней организации живого» [10, с. 113].

Известно, что каждая существующая парадигма, в том числе и селекционизм, является порождением современной ей картины мира, ее познавательной модели. В работе [2] приводится типология познавательных моделей методолога А.П. Огурцова, где труды Дарвина и его последователей относят (наряду с работами Максвелла в физике) не к механической (мир как механизм), а к сменившей ее статистической модели. В основе последней лежит представление о мире, как балансе величин значимых факторов (в данном случае – это баланс генных частот). В той же типологии системная модель (к которой, например, отнесены работы Вернадского и Янча: мир как организм) обозначена как следующая за статистической и более совершенная познавательная модель. Сегодня очевидно, что биология немыслима без системного мышления [11] и представления об иерархичности живых систем. Поэтому даже такое сопоставление подходов, существующих в современной биологии, указывает на эклектичность постулатов, лежащих в ее основе.

Отметим еще одно важное обстоятельство относительно селекционизма: именно после работ Ч. Дарвина сначала в биологию, а затем и в другие науки стал проникать историзм как способ мышления. Однако главное следствие из него – возможность расположить последовательность появления отдельных свойств живых систем по оси времени – не используется в полной мере до сих пор. Так, решение вопроса об историзме (и исторической причинности) феноменов, стоящих за такими основополагающими понятиями, как ген, вид, популяция и др., находится в зачаточном состоянии. Считается, что это – имманентные свойства живого. Одно из немногих исключений известно в отношении организма: М.М. Камшилову [12] принадлежит тезис «жизнь древнее организмов», указывающий на вторичность в сравнении с самим феноменом жизни организменных структур, возникших как способ стабилизации биогенных круговоротов. Аналогичные мысли высказывал также В.В. Корона [13].

Биология, как любая наука, нуждается в логически непротиворечивом и исчерпывающем аксиоматическом аппарате, попытки создания которого ([14–20] и др.), пока не увенчались общепризнанным успехом. Отдельные концепции, используемые в биологии, чаще всего являются эмпирическими обобщениями, масштабы применимости которых не всегда очевидны. Ситуация усложняется тем, что изученное разнообразие форм проявления биологических явлений не позволяет делать сколько-нибудь крупных обобщений, делая эти явления частностями. Вследствие длительности истории изучения этих явлений и связанной с этим обстоятельством эклектичностью в исследованиях разных школ и авторов

возникает удручающая расплывчатость и неоднозначность понятий, непропорциональное расширение пределов их применимости, следствием чего становится отсутствие единого и однозначного понятийного аппарата. Между тем «удовлетворенность расплывчатым объяснением притупляет желание искать законы природы» [7, с. 200].

2. Поиск новой аксиоматики

2.1. Представления о биосистеме. Думается, что в биологии, как науке естественной, применимы положения, справедливые для других наук и являющиеся общенаучными. К таковым, по-видимому, следует отнести прежде всего представления о *системности* и об упомянутой выше *иерархичности* живых систем. Как указывал один из основателей системного подхода, Людвиг фон Бергаланфи, системная парадигма современного естествознания предполагает структурное, функциональное и историческое понимание объекта исследования, сама же система может быть определена как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой [21].

В биологии сегодня утвердилось представление о трех несводимых друг к другу уровнях организации живых систем: организм, популяция, экосистема [22–24]. Если проанализировать критерии их отличий и проявление признаков этих уровней в конкретных феноменах, окажется, что эти категории не столь принципиально разнятся между собой и могут «перетекать» одна в другую. Так, любой многоклеточный *организм* представляет собой *популяцию* генетически сходных элементов – клеток или их производных. Ключевое отличие между типичной популяцией организмов и типичным отдельным организмом (популяцией клеток) – лишь в масштабах этих живых систем и степени интегрированности отдельных элементов в составе целого, подчиненности их функционирования задачам живой системы. С другой стороны, существует множество примеров жестко детерминированных связей организмов в популяциях, обладающих выраженной иерархической структурой. Так, у многих высокоорганизованных животных известно явление альтруизма, по результатам часто аналогичное апоптозу клеток многоклеточного организма, а особенности организации общественных насекомых послужили основанием для развития представлений об их «сверхорганизменной» природе [25, 26]. Примеры из биологии многих групп беспозвоночных являются иллюстрацией и обратных отношений – относительной автономности их отдельных частей [27]. Так, известно, что у ряда модульных (полимерных) колоний существует непрерывный переход от нерегулярных до жестко детерминированных связей со специализацией отдельных структурных блоков [28]. Таким образом, ось «организм – популяция» представляет собой пример рефрена [29], в рамках которого по определению возможны переходы в обоих направлениях. Важно, что переход от отдельного организма к популяции, а затем, в случае ее дифференциации, и интеграция (например, через колонию с детерминированными связями элементов) в организм более высокого порядка происходят на основе воспроизводства идентичных элементов исходной структуры. Этот вариант перехода независимо от его конкретного механизма можно условно назвать «митотическим», основываясь на аналогии с известным клеточным процессом. Структуры, возникающие указанным

путем, обозначаются так же, как «гомогенные» [30, 31], соответственно, процесс может быть обозначен как *гомогенез*.

Другой путь переходов по аналогии с описанным выше следует назвать «мейотическим», или *гетерогенезом* по [30, 31]. Его главная черта – функциональное, а затем морфологическое объединение несходных структур, причем, как правило, чем выше несходство, тем вероятнее успех формирования такой структуры. Мейоз, как клеточный процесс, лежит в основе полового размножения, связанного с объединением генетических разностей, причем рост этих различий до определенного (внутривидового) предела обычно сопровождается известными адаптивными преимуществами (гетерозис, гибридизация). Если выйти за внутривидовые рамки, то станет очевидной та же «мейотическая» (гетерогенетическая) природа взаимодействия элементов в симбионтном организме (организменный уровень) и в трофических связях ценоза (экосистемный уровень). В природе ни один организм не способен существовать в изоляции от других, в том числе генетически несходных организмов, так что разнообразие таких связей – от различных вариантов трофических и иных контактов в ценозе до взаимодействий паразит – хозяин и симбионт – хозяин, образуя ряд переходных форм, также представляет собой непрерывный рефрен. Элементы возникающей на «мейотической» основе системы входят в нее по принципу взаимного дополнения, обеспечивающего совершенствование имеющихся связей. В пределах этого «мейотического» рефрена, так же, как и в ранее упомянутом случае («митотический» путь), предполагается рост интеграции элементов и переход к более высокому уровню организации, что иллюстрируется, например, в логике симбиогенетической гипотезы происхождения эвкариотности [32]. Без этого необходимого для образования сверхорганизма уровня интеграции, взаимодействие разнородных элементов порождает биоценоз – его более «континуальный» аналог.

Выбор пути усложнения живой системы («митотический» или «мейотический» путь), по-видимому, определяется условиями среды. Например, организмы, размножающиеся половым и бесполом способами, первый используют, как правило, при ухудшающихся, а второй – при неизменных условиях. В полном соответствии с этим правилом ухудшение внешних условий провоцирует поиск живыми системами альтернативных вариантов связей с элементами своего окружения, что часто приводит к их усложнению, в том числе через формирование симбиозов. При благоприятных условиях происходит многократное «тиражирование» зарекомендовавшей себя ранее структуры на «митотической» основе, после чего возможны разнообразные взаимодействия возникших структур, в частности их объединение в систему более высокого порядка с последующей дифференциацией ранее идентичных элементов.

Есть признаки, делающие организм принципиально сходным также и с экосистемой – динамическим сочетанием живых и неживых (косных и биокосных) элементов в едином биогенном круговороте (выступающем в экосистеме интегрирующим фактором), аналогом которого в организме является его метаболизм. В любом организме наряду с генетически инородными элементами (симбионтами и паразитами различных уровней организации) неизбежно присутствуют неживые компоненты: вода, запасные и балластные вещества, метаболиты, кристаллы различных солей и т. п. Различия между организмом и экосистемой,

таким образом, сопоставимы с таковыми между организмом и популяцией. Это размерные масштабы и уровень интеграции элементов системы.

В литературе сложилась традиция относить термины «биоценоз» и «экосистема» к различным понятийным рядам: первый – к биологическим понятиям, второй (применительно к конкретным формам биогеоценозов) – к ландшафтно-географическим понятиям [33]. Такое же разграничение лежит и в основе различных вариантов понимания термина «биосфера» В.И. Вернадским (см. [34]): как самый крупный биоценоз и как самый крупный биотоп. Это создает трудности в определении рамок применимости к ним понятия «эволюция», которое само по себе сложно и многозначно [7], так что часто этим словом обозначают совершенно разные процессы. В.В. Жерихиным [33] дается достаточно разносторонний обзор спектра мнений относительно применимости понятия «эволюция» к экосистеме – от полного отрицания до принятия и аналогий с организменным уровнем и с включением попыток обосновать существование отбора на уровне сообществ. Указанным автором подчеркивается декларативность обеих полярных точек зрения. Точка зрения самого В.В. Жерихина выражена во фразе: «...Модели, пригодные для биологической эволюционной интерпретации, должны с необходимостью быть *биоценозическими*, а не биогеоценозическими. При этом, однако, чтобы быть полными, они должны включать наряду с самими живыми организмами также продукты их жизнедеятельности, изменения которых... являются составной частью биологической эволюции» [33, с. 525]. Из приведенной цитаты неясно, на каком основании отказано во включении состав «моделей, пригодных для биологической эволюционной интерпретации», другим, помимо метаболитов, косным телам. Известно, что круг веществ, которые могут порождаться как биогенно, так и абиогенно, очень широк: в него входят кислород, вода, известняк и ряд других веществ, в том числе и нефть [35, 36]. Думается, что для метаболизма живых организмов нет принципиальной разницы в том, в ходе каких именно процессов, биотических или абиотических, возникла молекула вещества.

Биоценоз по сути является абстрагированным представлением о совокупности живой части биогеоценоза (экосистемы) и не может существовать вне своего абиогенного окружения. Поэтому вряд ли оправдано выделение из экосистемы ее биогенной составляющей, включаемой в понятие «биоценоз», в противовес неживой ее части. В данном случае уместно вспомнить принципиальные отличия объекта и предмета научного исследования: «предмет – понятие, относящееся к категории идеального», это изображение, а объект – изображаемое [37, с. 18]. Отсюда следует, что биогеоценоз (экосистема) – это реальный объект, а биоценоз – лишь его аспект, предмет, в реальности не представленный, но удобный для создания определенных научных построений. Ни биоценоз, ни биострома в природе не существуют самостоятельно [38]. Отказавшись от необходимости разграничивать эти явления, от «растаскивания» их по разным «ведомствам» (наукам), мы получаем возможность рассматривать процесс глобального усложнения природных объектов – от атома до Вселенной – в качестве иллюстрации **единого** процесса эволюции материи. В противном случае мы вынуждены констатировать беспредметность понятия «эволюция биосферы» (биосфера в настоящее время понимается чаще как биотоп высшего порядка [39]),

хотя интуитивно мы предполагаем под этим понятием эволюцию геомериды [40] – высшего биоценоза (являющегося лишь аспектом (предметом), хотя и важнейшим, реального объекта – биосферы).

Таким образом, объекты, понимаемые как популяции и экосистемы, связаны с объектами, понимаемыми как организмы, непрерывными рефренными переходами. Крайние звенья этих переходов представляют собой результаты изменений числа элементарных организмов соответственно по «митотическому» и «мейотическому» пути. Это приводит в обоих случаях к формированию систем, интегрированных значительно слабее организмов. На этой основе при определенных изменениях условий среды по мере роста интеграции элементов, в обоих случаях эти системы приобретают признаки целостного организма.

Все природные системы, в которых именно биологические процессы (но не химические, социальные или иные) определяют их специфику, будем называть *биосистемами*. К их числу следует отнести как организмы в привычном смысле, так и различные надорганизменные системы, включая биогеоценозы и биосферу в целом (вопрос отнесения к числу живых систем биологических макромолекул и вирусов, по-видимому, сложно решить однозначно). Но вряд ли уместно называть биосистемой орган (например, сердце или печень) или отдельную ткань многоклеточного организма – структуру, производную от целого и не имеющую свободноживущих аналогов. Здесь речь идет лишь о *подсистеме*, возникающей вторично в рамках системы, сформировавшейся ранее.

Применение понятия «иерархия» к биосистемам уместно лишь в отношении их дискретных структурно-размерных характеристик (про-, эвкариоты, многоклеточные, колониальные и т. д.). Внутри каждого структурно-размерного ранга существует спектр переходов от четко очерченных дискретных систем до слабо интегрированных континуальных. Следовательно, есть основания выделять в биосистемах две категории признаков: рефренные (континуум), связанные взаимными переходами, и дискретные, альтернативные (по принципу или/или). Законы, описывающие эти две категории признаков, видимо, различны.

2.2. Может ли отбор быть естественным? Как было подчеркнуто в начале статьи, все мыслимые переходы между известными структурами биосистем в современной биологии считается невозможным объяснить без привлечения идеи естественного отбора. Более того, принято считать, что «основной парадигмой современной биологии является эволюционное учение Ч. Дарвина (1859) в его современной форме – синтетической теории эволюции» [37, с. 66].

Между тем если рассматривать эволюцию биосистем без отрыва от эволюции всей материи, то ряд принципиальных положений «основной парадигмы современной биологии» необходимо серьезно пересмотреть. Так, понятие «эволюция как дифференцированное размножение» к сфере неживой природы неприменимо в принципе. В частности, говоря об эволюции звезд и других неживых систем, мы отдаем себе отчет, что такие понятия, как их историческая преемственность (филогенез), размножение, отбор и т. п., применительно к ним неуместны [33]. Можно на это возразить: указанные атрибуты присущи лишь живым и более сложным социальным системам (и те и другие основаны на специфических круговоротах и других динамических процессах). Но и среди живых систем

известно огромное число бесполой форм различной природы, и для них некоторые из этих ключевых понятий использовать также неприемлемо. Поэтому, если объекты, эволюцию которых без этих понятий познать невозможно (что само по себе нуждается в доказательстве), существуют, их круг достаточно ограничен. Тем не менее в работах, связанных с различными аспектами эволюции, причудливо переплетаются положения пресловутой «основной парадигмы» с идеями, не вытекающими из них непосредственно и имеющими самостоятельную ценность. Так, неоднократно упоминавшийся ранее В.В. Жерихин [33] обосновал корректность эволюционной биоценологии. Остается лишь поражаться его изобретательности при нахождении возможности это сделать в рамках селектогенеза!

Приведем еще одну ключевую цитату: «...Поскольку существенная целесообразность эволюции никем, по-видимому, не отрицается, речь может идти о разуме, либо имманентном жизни, либо предсуществующем ей, т. е. о внеестественной (грубо говоря, божественной) природе эволюционной целесообразности. Именно здесь, на мой взгляд, лежит водораздел между селекционизмом, отказывающимся рассматривать эволюцию как продукт разумной деятельности, и номогенезом и ламаркизмом, предполагающими внеестественный (альтернативный отбору) источник прогресса (لامаркизм) или целесообразности (номогенез). Поскольку привлечение внеестественных факторов эволюции, на мой взгляд, законно лишь в рамках веры, а с наукой несовместимо, *выбор селектогенеза для меня неизбежен* (курсив наш. – Р.З.)» [41, с. 8]. Таким образом, единственный мотив для такого выбора – объективность (или научность) явления отбора.

Между тем, возражая автору приведенной цитаты – А.П. Расницыну (стороннику менее одиозного в сравнении с редуccionистским эпигенетического подхода), можно заметить, что в самом этом понятии уточнение «естественный» несет определенный логический изъян. Если для искусственного отбора, использованного Ч. Дарвином в качестве прототипа, употребление слова «отбор» уместно ввиду его осуществления разумом человека, то экстраполяция этого понятия на дикую природу автоматически предполагает наличие в ней этого целеполагающего начала, то есть разума, что, по словам А.П. Расницына, «с наукой несовместимо» [41, с. 8]. Более того, если допустить в качестве действующего начала в отборе лишь внешние силы, «отбирающие» среди биосистем только им необходимое, то самим живым объектам уготована лишь пассивная роль объектов такого отбора. Соответственно, полностью игнорируется их активность в происходящих изменениях, в частности не учитываются возможности поведенческой и физиологической адаптации. В логике селектогенеза выживание (или допущение к размножению) наиболее приспособленных является интегральным результатом действия всей совокупности актуальных факторов среды. Сама же среда, будучи вне круга объектов биологии, ею не изучается. Таким образом, в рамках этого подхода объектом исследования становится не причина изменений, которая кроется в среде, влияющей на организмы, а лишь их последствия, по-разному проявляющиеся в особенностях прошедших отбор организмов.

Существуют, однако, и иные подходы. В работе [9] приводится «тезис Аршавского: организм сам ищет и находит (сменой доминанты) нужное изменение поведения и физиологии, а затем и строения. После этого генетическая система

подыскивает им генетическое выражение» (с. 355). Там же есть ссылка на понятие «подбор» философа Богданова (автора тектологии). В нем предполагается не пассивная роль организмов, объектов внешнего по отношению к ним отбора (средой), а активный выбор организмом подходящей среды и способов существования в ней доступными ему средствами.

2.3. Некоторые из общенаучных постулатов в биологическом контексте. Феномен целесообразности и процесс ее приобретения (адаптация) всегда находились в фокусе острых дискуссий выразителей основных направлений эволюционной мысли. Рассматривая целесообразность как атрибут эволюционирующего объекта (поскольку, повторимся, среда по сути эволюционной биологией не изучается), мы попадаем в логическую ловушку, так как вынуждены допустить у него «внеестественные» свойства, поэтому идея селектогенеза как понятного механизма принимается без должной критики. Но если принять во внимание саму вмещающую среду [42, с. 8], как коэволюционирующий с биосистемами объект, многие логические неувязки автоматически исчезают.

Общепринято, что биологическая эволюция представляет собой естественный и объективный процесс. Поэтому для объяснения его природы уместно вспомнить принципы, применимость которых к любым объективным процессам никто оспаривать не будет. В числе этих принципов видное место занимает *второе начало термодинамики*, имеющее ряд формулировок и следствий [18, 19]. Из них к логике нашего изложения имеет отношение следующее: все известные процессы развиваются с поглощением какого-либо потенциала, с исчерпанием которого процесс завершается. Следовательно, историческое развитие биосистем как объективный процесс также обладает своим потенциалом. Можно допустить, что именно в природе этого потенциала и кроются причины и механизмы разнообразных адаптаций, генезиса биоразнообразия, структурированности биосистем, а также пределы возможных эволюционных преобразований, за которыми становится неизбежной гибель данного типа биосистемы (например, вида) и его замена другой аналогичной системой. Важно отметить, что изменения биосистемы в логике этого принципа будут иметь характер постепенных (рефрэнно-континуальных) переходов по мере расходования потенциала.

У второго начала термодинамики есть следствия, формулируемые в качестве самостоятельных принципов. К их числу относится *принцип Ле-Шателье – Брауна* [18], который легче всего понимается как «принцип противодействия»: система, на которую подействовала внешняя сила, развивается в направлении погашения этого эффекта (например, пружина при сжатии или растяжении). В нашей трактовке [43, 44] этот принцип иллюстрируется одним из вариантов ответа системы на попадание в нее различных порций энергии. Если энергии достаточно для разрушения системы, она распадается на элементы (также являющиеся системами, но более низкого ранга). Если энергии воздействия недостаточно, система временно переходит в возбужденное состояние, после чего возвращается в исходное состояние, высвободив порцию энергии (совершая работу в соответствии с первым началом термодинамики и возвращаясь в исходное состояние в соответствии с ее вторым началом), несколько меньшую ранее поглощенной (так называемая релаксация, например комптоновский эффект

при люминесценции). Но в определенном (специфическом для данной категории систем) диапазоне возможен вариант перехода внешней энергии в энергию связи данной системы с другими системами того же уровня сложности. В этом случае возникает синтез объектов более высокого структурного ранга. При этом релаксацию испытывает сама вмещающая систему среда как объект, поскольку она таким образом возвращается в исходное состояние, «консервируя» возмущающую энергию в форме связей внутри системы более высокого структурного ранга. Данная трактовка этого принципа объясняет сам факт усложнения систем в ходе эволюции в связи с поглощением некоей внешней энергии и делает прогресс (усложнение систем) побочным и неизбежным продуктом релаксации среды до исходного состояния. Неизбежность усложнения систем, как результат поглощения внешней энергии, выступает следствием того, что все известные системы являются открытыми. Таким образом, всегда найдется определенная сумма энергии, способная подтолкнуть систему к усложнению, причем усложнение происходит не через плавные переходы, а скачком.

Переход в это новое, более сложное состояние эволюционирующих систем проходит через состояние бифуркации – одно из двух равновероятных состояний. В качестве примера обычно упоминается явление оптической изомерии (хиральности), важное для уровня живого: в организмах распространены только *d*-сахара и *l*-аминокислоты, хотя не известны законы природы, исключаящие их обратное соотношение. Есть примеры выбора одного из альтернативных вариантов усложнения в конкретных таксонах организмов: гомогаметность у самок двукрылых и млекопитающих и самцов бабочек и птиц; альтернативное развитие передних целомов у хордовых и остальных вторичноротых [8, с. 89] и т. д. То же относится и к неживой природе – соотношению вещества и антивещества: элементарные частицы в вакууме всегда рождаются парами (например, электрон и позитрон, протон и антипротон), но мы живем во Вселенной вещества, а сколько-нибудь крупные скопления антивещества во Вселенной (по крайней мере пока) не обнаружены. Еще один известный пример: преимущественное вращение в определенном направлении при вытекании воды из ванной или асимметрия долин меридионально текущих рек, что связано с силой Кориолиса (она отклоняет исходное соотношение в пользу одной из равных вероятностей). Очевидно, что такого же рода внешние по отношению к рассматриваемым системам силы обуславливают, например, характер полярности зарядов по разные стороны клеточной мембраны [45] и другие (в том числе упомянутые выше) случаи асимметрии. Эта закономерность, которая может быть обозначена как *принцип самоорганизации* (работы Л. Пастера и И. Пригожина [46–48]), указывает на неслучайность структуры объектов синтезируемого более высокого уровня организации. Есть основание предположить, что нынешняя иерархическая структура известных нам биосистем (это своеобразная «матрешка», структура отдельных слоев которой – один из 2 возможных ответов на внешнее воздействие в момент ее формирования) заключает в себе информацию о характере внешних условий в момент их синтеза. Таким образом, расшифровка структур таких объектов – это «окно в прошлое».

Отмеченное выше позволяет заключить, что характер изменения «рефрентных» признаков проявляется во втором начале термодинамики, где в процессе

изменений система расходует определенный потенциал и стремится занять энергетически наиболее выгодное положение. Для альтернативных признаков подходит принцип Ле-Шателье – Брауна в сочетании с принципом Пастера – Пригожина.

Если охватить единым взглядом весь путь эволюционирующей материи, то становится очевидной историческая привязка этих событий, то, что было подмечено в свое время Гербертом Спенсером и Янчем [46, 49, 50] и может быть обозначено как *глобальный (системный) эволюционизм*. Для каждого эпизода существования нашей Вселенной (по крайней мере в ее наблюдаемой части) характерны определенные этапы (скачки) усложнения материи: возникновение пространства и времени, полей и энергий, элементарных частиц, атомов, молекул и т. д. [51, 52]. Все эти синтезы сопровождались последовательным снижением энергетической насыщенности самой вмещающей среды (в соответствии с принципом Ле-Шателье – Брауна) и выбором одного из двух возможных структурных вариантов (в соответствии с принципом Пастера – Пригожина).

По мере усложнения материальных структур возникают новые эмерджентные свойства. Так, на этапе биопоэза возникает принципиально новый способ «связывания» внешней энергии в форме круговорота, образуемого пулом (постоянными синтезами и распадами) энергетически емких, но малостойких соединений углерода. При этом чем интенсивнее и полнее этот круговорот, тем стабильнее биологические процессы. Описание этих процессов переключается со *вторым биогеохимическим принципом* В.И. Вернадского: эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере [34]. В конечном счете, этот принцип сводится к росту эффективности (КПД) биосистем – в сообществе побеждает элемент, способствующий ускорению (стабилизации) биогенного круговорота независимо от способа ускорения.

К этой же категории формулировок может быть отнесен и *системогенетический принцип*, связывающий онтогенез данной системы с ее филогенезом. Он применим, хотя и с некоторыми оговорками [53], не только для биологических (закон Геккеля – Мюллера), но и других динамических систем (геогенетический закон) [18].

3. Соразмерность как параметр состояния биосистемы

Обзор принципов, которые могут быть включены в перечень возможных аксиом биологии будет неполным без введения понятия, аналогичного дарвиновскому естественному отбору и связанного с феноменом целесообразности и процессом ее приобретения – адаптацией. Упомянутое ранее понятие «подбор» [9], будучи фонетически близким к заменяемому, представляется не вполне удобным, поскольку читатель не всегда сразу может уловить различия в содержании этих терминов. На этом основании считаем возможным введение нового базового понятия – *соразмерность* биосистемы, признавая, однако, его смысловую неоднозначность: речь не о размерности, а о соответствии размеров. Соразмерность системы – это степень ее соответствия своему окружению по рассматриваемым параметрам: пространственному, временному, метаболическому,

информационному и т. д. Соразмерность окружению является показателем завершенности процесса адаптации системы к нему (когда нет потенциала для каких-либо изменений) и характеризуется минимально возможной в данных условиях внутренней напряженностью системы. Возникновение несоответствия (при нарушении состояния соразмерности) вследствие внешних или внутренних причин создает новый потенциал последующих изменений вплоть до достижения новой соразмерности. Предполагается активная роль биосистемы, стремящейся измениться в направлении, необходимом для адаптации доступными ей средствами (например, с помощью механизма стресса Г. Селье) [54], а не пассивная ее элиминация через естественный отбор. На каждом уровне сложности биосистем существуют свои механизмы, позволяющие им активно изменяться до состояния минимального несоответствия внешнему окружению. Возможно, такое понимание эволюционных изменений биосистем сделает более понятными и естественными скорости появления новых признаков в палеонтологической летописи. Таким образом, введение понятия соразмерность может сделать излишним использование термина «естественный отбор».

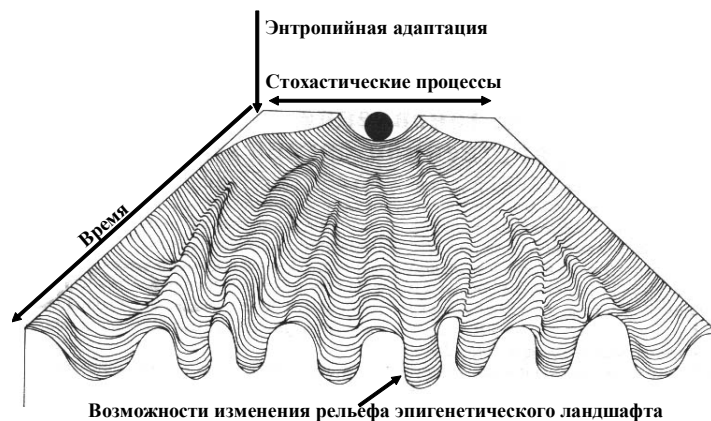


Рис. 1. Эпигенетический ландшафт Уоддингтона [55, рис. 9.1] с изменениями. Пояснения в тексте

Чтобы наглядно показать процессы, связанные с адаптацией различных уровней (организменного, популяционного, видового и др.), удобно воспользоваться схемой, приведенной в работе Р. Рэффа и Т. Коффмена [55]. На ней изображен «эпигенетический ландшафт» Уоддингтона, выдвинувшего эту идею в 40-х годах XX века для обозначения пространства возможных путей дифференциации клетки (рис. 1). Исходя из приведенного описания, он «представляет собой равнину, изрезанную рядом долин. Долины берут начало на возвышенном конце равнины и тянутся вниз; при этом они постепенно расходятся, заканчиваясь каждая в своей особой точке на нижнем конце равнины. Клетка движется от верхнего конца долины к нижнему по системе долин. В каждой точке ветвления клетка должна принять некое морфогенетическое решение, в результате чего ее потенции к развитию ограничиваются...» [55 с. 275].

Добавим, что возможность расширить рамки сходства биосистем (о чем говорилось в начале статьи) позволяет рассматривать в качестве эволюционирующего объекта любой ее вариант с учетом размерно-структурных показателей, степени интегрированности, «митотического» или «мейотического» по преимуществу генезиса и других критериев. В этом случае для менее интегрированных биосистем (экосистема, популяция, слабодифференцированный колониальный организм и др.) можно допустить возможность перемещения через разделяющие гряды в соседние долины или длительного зависания над ними, если эта биосистема получает некоторый импульс (вследствие возникшей несоразмерности), позволяющий кардинально изменить траекторию движения.

Представленная модель во многом созвучна идеям адаптивного ландшафта [56] и теории адаптивного компромисса [57], также ориентированным на иные, чем клетка, типы биосистем.

Из приведенной схемы также следует, что эволюция, которую переживает биосистема, является интегральным результатом действия по меньшей мере трех несводимых друг к другу факторов, имеющих различную природу. Во-первых, сила, аналогичная гравитации, заставляющая биосистему двигаться по градиенту имеющегося эволюционного потенциала. Эта сила описывается в категориях второго начала термодинамики и обозначена на рисунке как «энтропийная адаптация». Во-вторых, это вся совокупность случайных отклонений как внешней, так и внутренней природы, обозначаемая как «стохастические процессы». И, наконец, возможность изменения самого рельефа, что, по-видимому, связано с системными изменениями более высокого ранга (например, ценотическими для отдельных популяций). В рамках трактовки эволюции как процесса исчерпания потенциала несоразмерности целесообразный характер адаптации биосистем (по крайней мере в части «энтропийной адаптации») ничем принципиально не отличается от аналогичного ему процесса приобретения целесообразности, к примеру, в ходе падения камня вниз благодаря гравитационному градиенту. Это делает явление целесообразности имманентным организму, виду и любой другой биосистеме. По мере усложнения биосистем возрастает степень их автономности от воздействий среды и расширяется диапазон средств выражения целесообразности, что достигает апогея с появлением разума, однако он является атрибутом социальных систем.

Представленный в настоящей статье на уровне постановки проблемы принцип соразмерности системы организмов своему окружению, требует дальнейшей разработки и включения в формируемую систему аксиом. Главное, что следует из нашей работы – установка на принципиальную возможность и необходимость изучения биосистем и явлений в контексте общих законов о развитии материи.

Summary

R.M. Zeleev. Proportionality as a Characteristic of Biosystems Development. A New Version of Biological Axiomatics.

This article deals with the problems of biological axiomatics and the deficiencies of the existing cognitive approaches. We present our own interpretation of biological axioms based on the ideas of the universality of nature's laws. We suggest the concept of "biosystem",

which include the following categories, or the levels of its organization: organism, population, and ecosystem. In real living objects, these categories are connected by mutual transitions due to the effect of external and internal factors. We also introduce the term “biosystem proportionality”, which means the achievement of the conformity of a biosystem with the background environment during its adaptation, i.e. overcoming of its former state of disproportion.

Key words: proportionality, biosystems, general scientific postulates, biological axiomatics.

Литература

1. В тени дарвинизма. Альтернативные теории эволюции в XX веке: Сб. тр. – СПб.: Fineday press, 2003. – 248 с.
2. *Чайковский Ю.В.* Элементы эволюционной диатропики. – М.: Наука, 1990. – 272 с.
3. Эволюционная биология: история и теория / Под ред. Э.И. Колчинского, И.Ю. Попова. – СПб., 2003. – Вып. 2. – 218 с.
4. *Горбань А.Н., Хлебопрос Р.Г.* Демон Дарвина: Идея оптимальности и естественный отбор. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
5. *Красилов В.А.* Нерешенные проблемы теории эволюции. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 140 с.
6. *Левонтин Р.* Генетические основы эволюции. – М.: Мир, 1978. – 351 с.
7. *Любищев А.А.* Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. – М.: Наука, 1982. – 278 с.
8. *Попов И.Ю.* Периодические системы и периодический закон в биологии. – СПб.; М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. – 223 с.
9. *Чайковский Ю.В.* Эволюция. Вып. 22. «Ценологические исследования». – М.: Центр системных исследований – ИИЕТ РАН, 2003. – 472 с.
10. *Смирнова Н.М.* Глобальный эволюционизм и становление современного образа науки // Методология биологии: новые идеи (синергетика, семиотика, коэволюция). – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 112–130.
11. Системный подход в современной науке. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – 560 с.
12. *Камшилов М.М.* Эволюция биосферы. – М.: Наука, 1979. – 256 с.
13. *Корона В.В.* Происхождение жизни на Земле / Онтогенез и популяция: Сб. материалов Всерос. популяционного семинара. – Йошкар-Ола: Мар. гос. ун-т, 2001. – С. 32–50.
14. *Воронцов Н.Н.* Теория эволюции: истоки, постулаты, проблемы. – М.: Знание, 1984. – 64 с.
15. *Дедю И.И.* Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Гл. ред. Молд. сов. 'нцикл., 1990. – 48с.
16. *Заренков Н.А.* Теоретическая биология: (введение). – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 214 с.
17. *Медников Б.М.* Аксиомы биологии. – М.: Знание, 1982. – 135 с.
18. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
19. *Реймерс Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) – М.: Журн. «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
20. *Чернов Г.Н.* Законы теоретической биологии. – М.: Знание, 1990. – 64 с.
21. *Берталанфи Л., фон.* История и статус общей теории систем // Системные исследования: Ежегодник 1973. – М.: Наука, 1973. – С. 20–37.

22. *Голубец М.А.* Актуальные вопросы экологии. – Киев: Наукова думка, 1982. – 15 с.
23. *Краснощечков Г.П., Розенберг Г.С.* Принципы усложнения механизмов устойчивости экологических систем // Проблемы устойчивости биологических систем. Сб. науч. ст. – М.: Наука, 1992. – С. 40–51.
24. *Федоров В.Д.* Заметки о парадигме вообще и экологической парадигме в частности // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16: Биология. – 1977. – № 3. – С. 8–22.
25. *Длусский Г.М.* Принципы организации семьи у общественных насекомых // Поведение насекомых. – М.: Наука, 1984. – С. 3–25.
26. *Кипятков В.Е.* Мир общественных насекомых. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 408 с.
27. *Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д.* Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты: в 4 т. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные. – 496 с.
28. *Марфенин Н.Н.* Феномен колониальности. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. – 239 с.
29. *Мейен С.В.* Основные аспекты типологии организмов // Журн. общей биол. – 1978. – Т. 39, № 4. – С. 495–507.
30. *Алеев Ю.Г.* Экоморфология. – Киев: Наукова думка, 1986. – 423 с.
31. *Тахтаджян А.Л.* Principia tectologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход. – СПб.: СПХФА, 1998. – 118 с.
32. *Маргелис Л.* Роль симбиоза в эволюции клетки. – М.: Мир, 1983. – 352 с.
33. *Жерихин В.В.* Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2003 – 542 с.
34. *Колчинский Э.И.* Эволюция биосферы. – Л.: Наука, 1990. – 236 с.
35. *Косачев И.П., Ситдикова Л.М., Изотов В.Г.* Каталитический механизм генерации углеводородных систем в зонах деструкций глубоких горизонтов земной коры // Георесурсы. – 2009. – № 1 (29). – С. 26–28.
36. *Трофимов В.А.* Нефтеподводящие каналы и современная подпитка нефтяных месторождений: гипотезы и факты // Георесурсы. – 2009. – № 1 (29). – С. 46–48.
37. *Кафанов А.И.* Историко-методологические аспекты общей и морской биогеографии. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2005. – 208 с.
38. *Голубец М.А.* Эволюция экосистем – определяющее условие прогрессивного развития органического мира // Экосистемные исследования: историко-методологические аспекты. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. – С. 40–59.
39. *Розенберг Г.С., Мозговой Д.П.* Узловые вопросы современной экологии. – Тольятти: Изд-во ИЭВБ РАН, 1992. – 139 с.
40. *Беклемишев В.Н.* Об общих принципах организации жизни // Бюлл. МОИП. Отд. ние. биол. – 1964. – Т. 69, № 2. – С. 22–38.
41. *Жерихин В.В., Пономаренко А.Г., Расницын А.П.* Введение в палеоэнтомологию. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008 – 371 с.
42. *Мейен С.В.* Заметки о редуционизме // Методология биологии: новые идеи (синергетика, семиотика, коэволюция). – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 5–13.
43. *Зелеев Р.М.* К вопросу о «географическом стиле» и возможных механизмах эволюции организмов // Любимцевские чтения. – Ульяновск: Изд-во УлГПУ, 1996. – С. 47–48.
44. *Зелеев Р.М.* Эволюция экосистем: возможные механизмы и направления // V Всерос. популяционный семинар: Популяция, сообщество, эволюция. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2001. – С. 254–256.

45. Гаузе Г.Ф. Асимметрия протоплазмы. – М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1940. – 127 с.
46. Баксанский О.Е. Козволюционные репрезентации в современной науке // Методология биологии: новые идеи (синергетика, семиотика, козволюция). – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 44–64.
47. Пастер Луи. Избранные труды: в 2 т. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – Т. 1 – 1012 с.; Т. 2. – 834 с.
48. Пригожин И.Р. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. – М.: URSS [КомКнига, 2006]. – 291 с.
49. Спенсер Герберт. Опыты научные, политические и философские. – М.: Современ. литератор (Классическая философская мысль), 1998. – 1407 с.
50. Янич Э. Прогнозирование научно-технического прогресса. – М.: Прогресс, 1974. – 586 с.
51. Аллен Дж., Нельсон М. Космические биосферы. – М.: Прогресс, 1991. – 128 с.
52. Дэвис П. Суперсила. Поиски единой теории природы. – М.: Мир, 1989. – 272 с.
53. Клюге Н.Ю. Современная систематика насекомых. Принципы систематики живых организмов и общая система насекомых с классификацией первичнообескрылых и древнекрылых. – СПб.: Лань, 2000. – 366 с.
54. Селье Ганс. Стресс без дистресса. – М.: Прогресс, 1982. – 124 с.
55. Рэфф Р., Коффмен Т. Эмбрионы, гены и эволюция. – М.: Мир, 1986. – 404 с.
56. Грант В. Эволюция организмов. – М.: Мир, 1980. – 407 с.
57. Расницын А.П. Темпы эволюции и эволюционная теория (гипотеза адаптивного компромисса) // Эволюция и биоценоотические кризисы. – М.: Наука, 1987. – С. 46–64.

Поступила в редакцию
03.03.10

Зелеев Равиль Муфазалович – кандидат биологических наук, доцент кафедры зоологии беспозвоночных Казанского (Приволжского) федерального университета.
E-mail: zeleewy@rambler.ru