

К ВОПРОСУ О ПРИЧИНАХ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОГРЕССА

Понятие «морфофункциональный прогресс» предложено автором для обозначения той формы биологической эволюции, которая соответствует общефилософскому понятию прогресса как развития от низшего к высшему (подробнее см. Расницын, 1971).

Круг эволюционных явлений, заслуживающих эпитета «прогрессивный», очерчен весьма нестрого, и каждый автор воспринимает и трактует прогрессивную эволюцию по-своему. Поэтому, чтобы приблизиться к пониманию критериев и причин морфофункционального прогресса, приходится начинать с анализа особенностей тех этапов эволюции, прогрессивный характер которых не вызывает сомнения.

Наличие существенного сходства разных этапов прогрессивной эволюции априори не очевидно, поскольку их сущность может оказаться совершенно различной (Крестьянский, 1969). Тем не менее стоит попытаться найти такие единые критерии прогресса, так как их познавательное значение очень велико.

Первым безусловно прогрессивным этапом эволюции является само возникновение жизни. Споры о сущности жизни не утихли до сих пор, тем не менее вполне очевидно, что одна из существеннейших особенностей живого состоит в его способности эволюционировать в условиях естественного отбора (Уоддингтон, 1970). Это свойство связано с ультрастабильностью живого, достигаемой, однако, с помощью иного механизма, чем классический гомеостат Эшби (1964). Принцип действия гомеостата Эшби состоит в том, что система, попавшая в неблагоприятные условия, начинает последовательно и в случайном порядке сменять все доступные ей способы поведения до тех пор, пока не будет найден способ, обеспечивающий возвращение

системы в оптимальное состояние. Таким образом, гомеостат действует по принципу проб и ошибок (или, как говорит Эшби, по принципу поиска и остановки). В отличие от такой системы, эволюция обеспечивается *одновременным* испытанием множества способов поведения с последующим перераспределением их частот в пользу лучших вариантов. Эта система может быть названа параллельным гомеостатом в отличие от классического, последовательного гомеостата.

Параллельный гомеостат может возникнуть лишь в системе с определенными свойствами. В частности, его можно построить только из дискретных элементов (особей). В число функций последних должно входить создание подобных им особей таким образом, чтобы количество вновь созданных элементов каждый раз превосходило количество их родителей. Такое размножение должно сопровождаться передачей информации о способах построения особи с сохранением случайных вариантов (ошибок, искажений) этой информации, т. е. с наследуемой изменчивостью. Подходящим или единственно возможным в земных условиях материальным воплощением способности к размножению с наследуемой изменчивостью оказалось кодирование информации на линейных полимерах типа ДНК, способных в определенных условиях к конвариантной редупликации.

Далее, способность к размножению предполагает весьма сложную организацию (структуру) особей, а сам процесс размножения связан с затратой значительных количеств энергии (и вещества). Другими словами, особи должны характеризоваться низким уровнем как информационной, так и термодинамической энтропии. Поддержание негэнтропии обоих типов требует постоянного обновления структурных элементов особи, т. е. обмена веществ.

Таким образом, все основные особенности жизни — дискретность, размножение с изменчивостью и наследственностью, информационная и термодинамическая антиэнтропийность, обмен веществ — оказываются тесно связанными с организацией по принципу параллельного гомеостата. Поэтому логично связать возникновение жизни с возникновением такой организации и считать появление гомеостата сущностью прогрессивных изменений на этом этапе. Причины возникновения параллельного гомеостата достаточно ясны. Такая система обладает ультрастабильностью, т. е. будет преимущественно сохраняться в изменчивых условиях. Поэтому любые изменения, способствующие появлению и совершенствованию ультрастабильности, будут поддерживаться естественным отбором. Таким образом, первый этап морфофункционального прогресса имеет явно селектогенную природу.

В качестве следующего «несомненного» этапа прогрессивной эволюции часто указывают возникновение многоклеточности

(Миклин, 1969). Многоклеточность, безусловно, является основанием для дальнейшего усложнения и совершенствования организации (Заморский, 1969; Миклин, 1969), так как с ее помощью достигается необходимое для этого относительное увеличение размеров организма (Тейар де Шарден, 1965). При ретроспективном подходе это, конечно, прогресс, но ретроспективный анализ в данном аспекте не представляется законным.

Попытаемся представить себе сам процесс перехода от одноклеточности к многоклеточности. Первым его этапом, по-видимому, было нерасхождение дочерних клеток (или основных клеточных элементов?) после деления. Будучи пространственно связанными, эти клетки были существенно ограничены в своих функциях, а впоследствии соответственно упрощены и морфологически. В то же время межклеточные дифференциации и взаимодействия вначале несомненно были слабы и не компенсировали упрощения клеток. Таким образом, первые этапы перехода к многоклеточности сопровождались упрощением организации как отдельных клеток, так и всего организма (колонии) по сравнению со свободноживущей клеткой. Особенно сильно пострадала при этом целостность организма.

Далее, увеличение размеров целого (колонии, организма) ставило его в иные отношения со средой, а способы взаимодействия с ней какое-то время оставались старыми. Это не могло не вызвать трудностей с питанием, дыханием, выделением, с межклеточным обменом пищей, кислородом и т. д. Очевидно, и общий обмен, и общая активность первых многоклеточных были сильно понижены. Считать такие организмы более прогрессивными, чем их предки — одноклеточные, нет оснований. Конечно, возникновение многоклеточных было результатом приспособления к определенным, пока недостаточно изученным условиям. Тем не менее это был морфофункциональный регресс, точнее, тот случай регресса, который оказался условием дальнейшей прогрессивной эволюции.

Поскольку возникновение многоклеточности приходится исключить из числа случаев несомненно прогрессивной эволюции, в качестве следующего такого этапа рассмотрим сразу переход от низших форм живого к высшим. На этом огромном отрезке, очевидно, происходило множество разнообразных прогрессивных изменений. Тем не менее их можно в той или иной степени обобщить, рассматривая этот процесс с точки зрения регуляторных способностей живого.

С одной стороны, здесь имело место дальнейшее совершенствование параллельного гомеостата благодаря различным способам упорядочения наследственной информации и способов ее передачи (хромосомы, митоз) и появлению нового, более экономного источника наследственных изменений — рекомбинации (мейоз, кроссинговер, оплодотворение, популяционные струк-

туры и т. д.). Селектогенный характер этих изменений ясен из сказанного выше. Прогрессивность их также, по-видимому, никем не оспаривается.

Наряду с совершенствованием параллельного гомеостата на ранних этапах эволюции возникает и затем совершенствуется последовательный гомеостат. Это уже механизм индивидуальной, а не групповой ультрастабильности, повышающий вероятность выживания в изменчивых условиях каждой отдельной особи. Поэтому появление и развитие соответствующих свойств также должно было поддерживаться отбором. Такими свойствами оказались высокая и разнообразная индивидуальная активность и способность быстро реагировать на неблагоприятные изменения сменой, хотя бы и случайной, способов своего поведения. Другими словами, развитие последовательного гомеостата требует быстрого совершенствования эффекторных систем организма и органов чувств и ведет к увеличению его сложности и в то же время целостности (дифференциация и интеграция организма). Результатом же является повышение индивидуальной устойчивости в изменчивых условиях, т. е. автономности по отношению к ним. Таким образом, развитие свойств последовательного гомеостата сопровождается всеми основными атрибутами прогрессивной эволюции. Можно сделать вывод, что этот процесс охватывает многие этапы морфофункционального прогресса. Причиной прогрессивных изменений и здесь оказывается естественный отбор.

При всей своей прогрессивности последовательный гомеостат обладает существенными недостатками. Действительно, затраты на построение и функционирование организма, способного к многообразной активности, весьма велики, а вероятность отыскания оптимального способа поведения в допустимое время при случайном поиске невелика. Поэтому последовательный гомеостат быстро дополняется так называемым абсолютным регулятором. Под абсолютным регулированием понимается способность системы к закономерному, а не случайному адаптивному ответу на неблагоприятное воздействие (Эшби, 1959). Закономерное адаптивное поведение возможно при наличии информации о неблагоприятном факторе, о способах защиты от него и о явлениях, предшествующих ему. Последние используются в качестве сигналов, позволяющих организму заблаговременно принять нужные меры. Одним из наиболее универсальных сигналов грозящей опасности является, например, чувство боли, голода, холода, жары и т. д.

Информация, необходимая для деятельности абсолютного регулятора, добывается так же, как и любая другая информация — с помощью поиска и отбора (запоминания) подходящих вариантов поведения. Системы, обеспечивающие отбор информации, к моменту появления абсолютного регулятора уже су-

ществовали — параллельный гомеостат, с помощью которого добывается наследуемая (запоминаемая в генотипе) информация, и последовательный гомеостат, источник индивидуального опыта. Таким образом, информация добывается методом проб и ошибок. Правда, накопленный опыт позволяет организовывать эти пробы в соответствии с уже имеющейся информацией о вероятности благополучного результата того или иного действия в определенных условиях. Поиск оказывается не совсем случайным, но он остается поиском на основе проб и ошибок, т. е. сопряженным с риском гибели — неизбежной платой за информацию.

Добытая с таким трудом информация, попадая в абсолютный регулятор, позволяет организму и популяции уже безошибочно переориентироваться в измененных условиях. При этом адаптивная реакция может повторяться неограниченное число раз — конечно, до тех пор, пока не изменится соотношение между данным неблагоприятным фактором, его сигналом и способом защиты от него.

Развитие абсолютного регулятора сопровождается совершенствованием систем, ответственных за прием информации от среды, ее переработку и передачу сигналов эффекторам, и резким увеличением объема памяти. Одним из основных результатов развития способности к абсолютному регулированию было возникновение и совершенствование нервной системы, в особенности центральных ее отделов. Прогрессивный характер абсолютного регулятора очевиден, так же как и селектогенность его развития: его деятельность обеспечивает быструю и эффективную адаптацию и резко повышает вероятность выживания организма в постоянно изменяющихся условиях.

Один из путей усиления абсолютного регулятора заслуживает особого рассмотрения. Речь идет о надгаметных связях (Завадский, 1961; Кремянский, 1969). Надгаметные связи проявляются в непосредственном, минуя гаметы, обмене информацией между особями одного и последовательных поколений. Скорость такого обмена значительно превышает скорость обмена генами, и при развитых надгаметных связях каждой особи оказывается доступным огромное количество информации, накопленной особями вида в течение ряда последовательных поколений. В результате резко возрастает мощность абсолютного регулятора, и ошибочное поведение, влекущее за собой гибель особи, оказывается неизбежным, главным образом, в тех случаях, когда организмы оказываются в условиях, новых не только для него, но и для всего вида.

Итак, морфофункциональный прогресс в период возникновения жизни оказывается связанным с возникновением параллельного гомеостата. Дальнейшая прогрессивная эволюция сопровождалась совершенствованием параллельного гомеостата и,

кроме того, развитием последовательного гомеостата и абсолютного регулятора. Превращение биологической системы в социальную обусловило скачкообразное усиление абсолютного регулятора, вызванное резким расширением надгаметных связей. Все эти изменения качественно различны, но их объединяет нечто общее: все они являются разными способами усиления регуляторных функций. Именно поэтому увеличение мощности регулятора и было предложено в качестве критерия морфофункционального прогресса (Пономаренко, 1966; Расницын, 1966, 1969).

Усиление регулятора всегда связано с усложнением, а следовательно, и с увеличением изменчивости среды, так как для более сложной системы оказываются важными такие факторы и изменения, которые менее сложная система просто не замечает. Поэтому отбор допускает только такое усиление регулятора, которое обеспечивает опережающий рост регуляторных способностей организма и популяции по отношению к изменчивости среды. Если же при усложнении разнообразие условий растет быстрее, чем мощность регулятора, а при упрощении — быстрее падает, то отбор будет способствовать упрощению, т. е. регрессу. Фактически эволюция идет в том направлении, при котором соотношение между разнообразием среды и мощностью регулятора изменяется в пользу регулятора. Это значит, что отбор на устойчивость в изменчивых условиях, ответственный за морфофункциональный прогресс, в равной степени может вызвать и регрессивную эволюцию. Специфической формы отбора, обуславливающей прогрессивную эволюцию, видимо не существует.

ЛИТЕРАТУРА

Заморский А. Д. 1969. Полимеризация систем как условие прогресса. Проблемы прогрессивного развития в живой природе и технике. Тезисы докл. на симпозиуме, Л.: 7—11.

Кремянский В. И. 1969. Структурные уровни живой материи. М.

Миклин А. М. 1969. Информационный критерий высоты организации и прогрессивного развития живого. Проблемы прогрессивного развития в живой природе и технике. Тезисы докл. на симпозиуме, Л.: 82—86.

Пономаренко А. Г. 1966. Развитие регулирующей способности живых организмов. Бюлл. МОИП, отд. биол., 3: 150.

Расницын А. П. 1966. Увеличение мощности регулятора как критерий прогресса. Бюлл. МОИП, отд. биол., 3: 149—150.

Расницын А. П. 1969. Происхождение и эволюция низших перепончатокрылых. М.

Расницын А. П. 1971. К вопросу о причинах морфофункционального прогресса. Журн. общ. биол., 32,5: 549—556.

Тейар де Шарден П. 1965. Феномен человека. М.

Уоддингтон К. Х. 1970. Основные биологические концепции. В сб.: На пути к теоретической биологии. I. Прологомены. М.: 11—38.

Эшби У. Р. 1959. Введение в кибернетику. М.

Эшби У. Р. 1964. Конструкция мозга. М.

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
СЕКТОР ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОГРЕССИВНОЙ ЭВОЛЮЦИИ

ЛЕНИНГРАД
1972