

УДК 591.5

М. А. Воинственский

К ВОПРОСУ О НАПРАВЛЕННОСТИ ЭВОЛЮЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Одной из важных проблем, стоящих перед современной экологией, является изучение структурно-функциональной организации природных систем и закономерностей их развития во времени и в пространстве. Кибернетический подход, успешно применяемый в последнее время для изучения биологических систем различного уровня организации, позволил установить некоторые общие структурно-функциональные особенности этих систем, позволяющие в известных границах применять при их изучении сравнительные методы.

Наиболее существенным свойством всех живых систем являются обменные процессы, течение которых обеспечивается определенными структурно-функциональными элементами, взаимодействующими между собой и осуществляющими функциональные связи как в пределах системы, так и между системами равного, высшего и низшего уровня организации. В качестве примера такого взаимодействия можно привести многоклеточный организм, клетки, органы и системы органов которого выполняют определенные функции, обеспечивающие течение обменных процессов.

При детальном рассмотрении структурно-функциональной организации биологических систем надорганизменного уровня (популяция, вид, биогеоценоз) мы убеждаемся в том, что и здесь протекают сходные процессы, хотя, естественно, полной аналогии провести нельзя, т. к. на каждом уровне проявляются свои специфические особенности. Это сходство может быть использовано для разработки общих более или менее «универсальных» методов исследования структуры и функциональных связей между различными компонентами экосистем. Зная, что в каждом биогеоценозе основой его существования и развития являются обменные процессы, мы вправе подойти к каждому биокomпоненту биоценоза как к структурно-функциональной единице, выполняющей свои определенные функции в процессах обмена вещества и трансформации энергии.

В общих чертах уже давно известна роль автотрофных организмов как продуцентов биомассы, роль большинства животных и некоторых растений как консументов I, II и последующих порядков (потребителей этой биомассы) и роль ряда организмов — деструкторов, т. е. разрушителей отмерших организмов. Мы можем даже назвать по видам, какие именно организмы выполняют в биогеоценозе эти функции. Но на этом в общем и заканчиваются наши представления о роли тех или иных биокomпонентов, хотя на самом деле их функциональное значение в жизни биогеоценоза далеко не однозначно.

Так, например, мы еще очень мало знаем о путях продвижения в биогеоценозе отдельных органических веществ и химических элементов. Известно, что различные клетки, ткани и органы многоклеточных обеспечивают дифференцированные процессы обмена — углеводный, жировой, белковый и т. д. В биогеоценозе также происходят подобные процессы, следовательно, от нормальной жизнедеятельности отдельных

биокомпонентов зависит нормальное функционирование всей экосистемы в целом.

Известно, что различные виды и группы растений способны продуцировать различные органические вещества — углеводы, жиры, белки и др. При этом в процессе эволюции установились трофические связи между определенными растениями и растительноядными животными, а также не менее четкие взаимосвязи между растениями и микроорганизмами. Среди растительноядных животных, особенно среди членистоногих, есть олигофаги и даже монофаги. Можно предположить, что именно здесь начинаются определенные функциональные каналы обмена; кое-что в этом плане уже известно физиологам растений и микробиологам, однако в общем наши представления в этой области еще весьма туманны и неполны. Отсюда можно сделать вывод, что важно и нужно не просто изучать количественные характеристики общих обменных процессов, а проникать в их интимную биохимическую сущность и проследить каналы обмена через всю трофическую сеть биогеоценоза.

Эта проблема имеет очень большое общепаразитическое теоретическое значение, так как эволюционные процессы, как теперь уже стало ясно, охватывали не изолированные отдельные популяции или виды, а протекали на уровне биогеоценоза и, в зависимости от своей функциональной роли в биогеоценозе, тот или иной организм развивался (в филогенезе) в определенном направлении и приобретал определенные адаптивные особенности.

В процессе эволюции именно биогеоценоз «апробирует» каждую новую форму, «проверяет» ее жизнестойкость, следовательно, каждая форма развивается как структурно-функциональный компонент биогеоценоза. Это чрезвычайно важный вывод, имеющий огромное теоретическое значение. Такой подход позволяет несколько по-новому подойти к оценке роли в биогеоценозах отдельных видов или групп организмов.

В качестве примера можно рассмотреть функциональное значение в биогеоценозе или роль в экосистемах кровососущих двукрылых. Крупные позвоночные проходят свой жизненный цикл, как правило, в течение нескольких лет, а нападающие на них комары и мошки имеют в году несколько генераций. Отбирая у хозяев какую-то в общем ничтожную часть их биомассы (кровь, тканевые жидкости, частицы кожи и кожных покровов), они очень скоро, в течение нескольких дней или недель, пускают ее в биотический круговорот. Таким образом, задолго до смерти животного оно день за днем «отдает» часть своей биомассы, как своего рода проценты от основного капитала, в «общую кассу» вещества в биогеоценозе. Следовательно, эти эктопаразиты, как и другие паразитические организмы, являются своего рода ускорителями, катализаторами обменных процессов в биогеоценозе. Кроме того, многие из них являются также (побочная функция) переносчиками, распространителями различных инфекционных заболеваний своих хозяев, в том числе и человека, и таким образом, выполняют роль ограничивающего фактора, снижающего численность вида — хозяина и являются фактором естественного отбора.

Таким же функции своеобразных «сборщиков налога» в пользу биогеоценоза выполняют в лесу растительноядные насекомые, грызуны и другие, забирающие у многолетних лесных обитателей — деревьев и кустарников — часть их биомассы. Это те же ускорители и интенсификаторы обменных процессов в растительных сообществах.

Можно было бы говорить в этом же плане о роли различных хищников, взимающих «дань» с каждой популяции растительноядных видов,

о роли деструкторов-копрофагов, обрабатывающих метаболиты и остатки отмерших организмов. Изучение структурно-функциональной организации биогеоценоза именно в таком плане имеет большое теоретическое значение, так как позволяет проникнуть в самую суть сложных ценотических связей, обуславливающих функциональную целостность и жизнеспособность биогеоценоза и понять, как формировались и развивались эти связи на протяжении всей эволюционной истории данной экосистемы. А это уже подводит нас вплотную к проблеме эволюции живой материи во всех ее разнообразных проявлениях (на разных уровнях организации).

При таком системно-кибернетическом подходе к изучению структурно-функциональной организации экосистем выясняется не только функциональная роль отдельных видов и групп животных и растений, но и проливается свет на сущность некоторых сложных явлений, наблюдаемых в природе — сезонные миграции птиц, рыб, летучих мышей и вообще дальние массовые перемещения живых организмов.

Помимо того, что такие миграции способствуют расселению видов и расширению ареалов, они являются средством распространения информации и обеспечивают обмен веществ между территориально отдаленными экосистемами. Дальние мигранты последовательно включаются в трофические циклы «чужих» экосистем на путях миграций, усиливая там обменные процессы, как раз в те периоды (ранняя весна, поздняя осень), когда местные экосистемы испытывают «энергетический голод», вследствие уменьшения функциональной активности большинства своих аборигенных компонентов. С другой стороны, птицы, являясь переносчиками паразитических форм, вызывающих или передающих различные инфекционные заболевания, выполняют функцию контроля за численностью видов, склонных к периодическим вспышкам массового размножения, пагубно влияющих на состояние экосистем.

Крайне важной и также еще мало разработанной проблемой является выявление и изучение путей накопления и способов передачи информации в естественных экосистемах. Поток информации в системах различного уровня очень велик, и с усложнением этих систем в процессе эволюции он непрерывно растет. И передача и «чтение» информации сопровождается большими затратами энергии («плата» за информацию по образному выражению биофизика Л. И. Быховского, 1974), что также представляет очень большой интерес. Всесторонняя расшифровка многообразных информационных связей между различными компонентами биогеоценоза является одним из путей разработки теории управления и оптимизации экосистем.

Биогеоценологические исследования, развивающие и дополняющие учение В. И. Вернадского (1967) о биосфере как о единой системе, дают возможность понять глубокую сущность процессов развития живой материи и сделать попытку с этих позиций подойти к решению важной проблемы направленности, если можно так выразиться, «стратегии» эволюции жизни на нашей планете. По мнению академика А. И. Опарина (1957), возникновение жизни на Земле не является какой-то «счастливой» случайностью, как думали раньше, а представляет собой вполне закономерное явление, обязательный результат общего развития Вселенной.

В нашу задачу не входит разбирать различные гипотезы возникновения жизни на Земле. Мы хотели лишь подчеркнуть преемственность процесса эволюции неживой и живой материи, в которых эволюция органическая выступает как логическое продолжение эволюции неорганической. В каком же направлении развивался и продолжает развиваться этот процесс, каковы его движущие силы? Можем ли мы сейчас ответить

на этот сложный вопрос, вокруг которого десятки лет ведутся жаркие дискуссии?

Изучая любые явления, протекающие вокруг нас в неживой и живой природе, мы прежде всего стремимся выявить их причинно-следственные связи и установить основные закономерности, которым они подчиняются. Так, зная закономерности любого физического явления в природе мы можем иногда точно, иногда с известным приближением предсказать последовательность развития данного явления во времени и в пространстве и его конечные последствия. То же самое можно сказать и о тех органических явлениях (изменениях живой материи), которые достаточно изучены. Так, мы себе достаточно четко представляем течение и результаты процесса фотосинтеза, ход сложных биохимических реакций, протекающих в организме животного, закономерности онтогенетического развития различных организмов и многое другое. Это свидетельствует о том, что процессы эволюции материи на разных уровнях организации жизни вполне поддаются изучению и расшифровке, а следовательно, и прогнозированию. Это касается в полной мере и тех процессов, которые протекают в биосистемах надорганизменного уровня, в том числе и в биосфере.

Отсюда следует, что на основании уже накопленной информации, мы можем пытаться осмыслить основные закономерности развития живой материи и установить, какие из них главные, определяющие; какие физические законы можно считать основой эволюционных преобразований и неживой и живой материи (учитывая, конечно, особую специфику последней).

Геологами, географами, астрономами и другими учеными в известной мере изучены физические свойства нашей планеты. Биологи-эволюционисты показали, в какой последовательности и подчиняясь каким законам изменялся органический мир, каковы общие тенденции его развития (филогения растительного и животного мира).

Этим мы подчеркиваем, что современная наука обладает достаточным фактическим материалом для того, чтобы подойти к решению интересующей нас проблемы направленности, «стратегии» эволюционных процессов.

Не будем заниматься разбором различных взглядов на проблемы «целесообразности» и биологического прогресса. Позволим лишь напомнить, что большинство ученых сходится на том, что в эволюции различных групп растительного и животного мира и, следовательно, в эволюции всей органической жизни в целом неуклонно проявляется одна общая тенденция — повышение уровня структурно-функциональной организации, ее усложнение и, как следствие, — прогрессивное усложнение основных жизненных процессов обмена вещества и преобразования энергии.

Вся история эволюции живых существ является историей «проб» и «ошибок», чередующихся этапов быстрого движения вперед и длительного видимого зстоя, а порой (регресс) даже кажущегося отступления назад. Однако общая генеральная тенденция усложнения организации и повышения уровня обменных процессов проходит красной линией через всю историю развития жизни и хорошо прослеживается на всех уровнях ее организации. Важно подчеркнуть, что эволюция является сложным интегрированным групповым процессом, охватывающим все надорганизменные формы жизни и всю биосферу в целом. И в экосистемах высшего ранга и в биогеоценозах прослеживается та же самая тенденция прогрессивного усложнения структурно-функциональной организации, интеграции и усиления энергообмена. Эти же

параметры характеризуют эволюционные изменения и всей биосферы в целом.

В наличии такой основной тенденции развития живой материи убеждено большинство современных эволюционистов. Но почему проявляется такая тенденция? В чем ее глубокая сущность? Попытки объяснить эту проблему с позиций случайного, хаотичного, ненаправленного развития отдельных групп организмов в наше время не выдерживают, да и не заслуживают серьезной критики. Объяснение причинной сути указанной тенденции, несомненно, будет найдено, и расшифровка этого явления с позиций материалистической диалектики лишь вопрос времени.

Учитывая накопившийся к настоящему времени фактический материал в области физики, химии, астрономии и ряда биологических наук, можно предложить следующую рабочую гипотезу.

Любое физическое тело, получившее ранее, получающее извне или в результате внутренних, присущих ему процессов, определенный запас энергии, отдает ее согласно второму закону термодинамики в окружающее пространство (энтропия). Таким физическим телом является и наша планета, непрерывно отдающая значительную часть своих запасов энергии окружающему космическому пространству в виде инфракрасного теплового и других форм излучения. Но, наряду с этим, каждое тело (независимо от его массы и размеров), получая энергию, «стремится» удержать ее и не отдавать возможно дольше (негэнтропия).

Таким образом, мы имеем дело с диалектической «парой» взаимопротиворечивых сил: сохранения определенной структурной упорядоченности (негэнтропия) и отдачи этой упорядоченности (энтропия). Весьма вероятно, что именно эти противоположные силы являются основными двигательными силами эволюции материи, обеспечивающими ее непрерывность. Если это так, то сравнительно просто поддаются анализу различные этапы эволюции материи, в том числе и те ее формы (стадии), которые свойственны нашей геосистеме.

Схематически это может быть представлено следующим образом: запасы энергии, которыми обладает Земля с момента своего возникновения (как самостоятельное космическое тело), а также та энергия, которую Земля получает в виде солнечной радиации, стремятся в виде тепловой энергии уйти в окружающее космическое пространство. Этому стремлению противостоит способность Земли удерживать у себя эту энергию какой-то отрезок времени и не отдавать ее в космос. Эта способность зависит от физического состояния планеты и, в частности, от защитных оболочек, которые возникли на различных этапах ее истории, как «защитные» образования, препятствующие энтропии.

Литосфера, гидросфера, атмосфера и, наконец, биосфера — все это защитные оболочки, взаимно дополняющие (но не исключающие) друг друга, причем каждая из них выполняет свои определенные функции (озоновый экран, атмосфера, биосфера) в общем процессе сохранения энергии на Земле. С таких позиций поддается объяснению суть процесса эволюции биосферы и всех слагающих ее компонентов (подчиненных экосистем).

Генеральное направление этой эволюции — создание (в процессе отбора, методом проб и ошибок) все более и более сложных систем (экосистем, биогеоценозов), обеспечивающих наиболее интенсивный, напряженный обмен веществ и трансформацию энергии в пределах самой биосферы, мобилизующих с наибольшей эффективностью все формы выделяемой в процессе обмена веществ энергии для обеспечения внутренних, присущих самим экосистемам процессов и препятствующих

утечке ее в окружающее пространство. В масштабе биосферы это гигантская работа по преобразованию солнечной энергии, осуществляемая в процессе фотосинтеза растениями, а также по превращению этой энергии гетеротрофными организмами (консументами). От геологической эпохи к геологической эпохе усложнялась и усложнялась структура и состав (качественный и количественный) природных экосистем, достигших сегодня своей «наивысшей» (на данное время) стадии в экосистемах тропических джунглей.

Этот же общий процесс развития в процессе эволюции все более сложных и энергетически активных «механизмов» — отдельных компонентов экосистем, прослеживается в эволюции различных видов и групп микроорганизмов, растений и животных, причем каждая из них на определенном историческом этапе была призвана осуществлять определенные функции в экосистемах, выполнять совершенно определенную «работу» по мобилизации и преобразованию энергии. Такова общая стратегия, генеральное направление и материалистический «смысл» эволюционного процесса.

Исходя из этих предпосылок, можно уже более уверенно ответить на вопрос о том, что такое биологический прогресс или регресс. Отбросим только слово биологический, так как убеждаемся в том, что речь идет о более сложных процессах, охватывающих не только органический мир, но и неживую природу нашей планеты.

Под эволюционным прогрессом мы должны понимать возникновение больших и малых систем (и отдельных их «блоков»), являющихся более сложными и совершенными по структурно-функциональной организации (по сравнению с предшествовавшими) и обеспечивающими более полный и интенсивный обмен веществ и энергии.

Представляет большой интерес еще одно важное, хотя и подчиненное направление эволюционного процесса — эволюция систем информации — появление и развитие все более сложных воспринимающих, передающих и перерабатывающих информации блоков и систем, в виде специальных клеток и тканей, органов чувств и нервной системы у различных живых организмов. Это направление эволюции живой материи, нашедшее свое высшее проявление в мозге современного человека и порожденных им сложнейших механизмах, прослеживается достаточно четко. В связи с этим следует напомнить, что система информации, которой обладает современный человек, позволяет получать ее из очень слабых и отдаленных источников.

Оценивая значение биогеоэкологических исследований, мы должны подчеркнуть их важную роль в разработке вопросов охраны природной среды, рассматривая их с позиций практики народного хозяйства и здравоохранения. Однако этим далеко не ограничивается их значение. Они позволяют, как видим, подойти к решению проблем, имеющих огромное теоретическое и философское значение. Если мы обратимся к истории, то увидим как изменялась стратегия и тактика взаимоотношений природы и человеческого общества в разные исторические эпохи. В начале своей истории человек брал из природы лишь то, что ему было необходимо для удовлетворения насущных жизненных потребностей, причем степень этого изъятия была очень невелика и не отражалась существенно на состоянии природных экосистем. Однако положение стало резко меняться с тех пор, когда он овладел орудиями производства, стал хозяином огня и перешел к общественному образу жизни. С этого времени его влияние на природные экосистемы становилось все более и более ощутимым и в последние два-три столетия приобрело глобальный характер.

В настоящее время человек стал уже поистине «геологическим фактором», по меткому выражению В. И. Вернадского, изменяющим ландшафтный облик планеты. Естественно возникает важный вопрос — как дальше будут развиваться взаимоотношения природы и общества и как это отразится на общем состоянии биосферы. Эта проблема, носящая социальный характер, еще очень мало разработана, а между тем она имеет не только практическое, но и глубокое философское значение. И ответ на волнующий вопрос о будущем человечества, о дальнейшей стратегии и тактике его взаимоотношений с природой может дать только глубокая разработка биогеоценологических проблем в общем биосферном плане.

Можно ли ставить вопрос о том (продолжая логически изучение роли различных организмов в жизни биогеоценозов и всей биосферы в целом), какова роль человека, вернее, всего человеческого общества в жизни биосферы или даже шире — в развитии всей геосистемы? Если принять высказанную нами выше гипотезу о характере и направлении развития биосферы, как «энергетической оболочки», производящей негэнтропию и тем самым задерживающей утерю организации (энтропию) геосистемы, то невольно напрашивается мысль, что современный человек, деятельность которого связана с колоссальными, невиданными до сих пор среди живых организмов масштабами преобразования вещества и трансформации энергии, разумное существо, научившееся освобождать все виды энергии, вплоть до термоядерной, и мобилизовавшее громадные запасы скрытой энергии, накопленные в геосистеме за миллионы лет ее существования, логически продолжает линию эволюции живой материи, усиливая защитный энергояс Земли? Очень заманчивая гипотеза, нуждающаяся однако в строгих научных доказательствах.

Кроме того, не следует забывать, что в процессе расширения информации, сопровождающем эволюционное развитие биосферы, человеческое общество также играет колоссальную роль, так как не только способствует расширению, но и накоплению информации (общественная память в виде фиксированных достижений различных наук). Кроме этого, человек является первым и единственным живым организмом, сумевшим выйти за пределы геосистемы и активно способствующим передаче концентрированной информации в космос о состоянии развития материи в геосистеме.

Пока что это лишь предположения и гипотезы, требующие дальнейшего углубленного изучения. Мы их привели лишь для того, чтобы показать, какие глубокие и важные философские проблемы могут быть затронуты и даже частично решены в результате широких биогеоценологических исследований, при условии интегрального системного подхода к решению экологических проблем.

ЛИТЕРАТУРА

- Быховский А. И. Информация и живые организмы.— Наука и химия, 1974, № 8, с. 66—72.
Вернадский В. И. Биосфера. М., «Мысль», 1967.
Опарин А. И. Возникновение жизни на Земле. М., Изд. АН СССР, 1957.

Институт зоологии
АН УССР

Поступила в редакцию
20.VI 1978 г.