Доктор геолого-минералогических наук
В. А. КРАСИЛОВ
(Биолого-почвенный институт ДВО АН СССР, Владивосток)

ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ И БИОСФЕРИЗМ

Хорошо известен вклад, внесенный в освоение советского Дальнего Востока учеными-естествоиспытателями — географами, геологами, биологами. На первом этапе изучения края, естественно, преобладали работы описательного плана, они и по сей день занимают — и вполне заслуженно — заметное место в научной продукции дальневосточных ученых. Вместе с тем по мере накопления огромного фактического материала возникает необходимость его теоретического осмысления. В институтах ДВО АН СССР сейчас работает немало высококвалифицированных специалистов, что само по себе, однако, не гарантирует появления фундаментальных теоретических работ. Чтобы в полной мере реализовать имеющийся научный потенциал, необходимо творческое сотрудничество ученых, основой которого должна стать общая концептуальная система.

Такой системы в современном естествознании, по-видимому, не существует. Натурфилософский синтез научного знания, берущий начало в античности, не имел достаточно прочной фактологической опоры, а восторжествовавшее в XIX в. позитивистское направление привело к дроблению и разобщению специальностей, к утрате метафизического стиля мышления, а вместе с ним и способности к широким обобщениям. И хотя появление теории относительности, учения о биосфере и ноосфере, общей теории систем означало вхождение науки в постпозитивистскую эру, прежние установки все еще с нами. Им мы обязаны тем, что география превратилась в коллекционирование разрозненных данных, геология около полувека не имела обобщающей теории, в биологии все еще господствует так называемая синтетическая теория эволюции (СТЭ), исходные постулаты которой — случайное мутирование и отбор отдельных организмов — определенно не соответствуют современному уровню биологических знаний. Эти научные дисциплины столь тесно связаны между собой, что могут преодолеть кризис лишь совместными усилиями.

В этой статье я попытаюсь кратко изложить концептуальную схему экосистемной теории эволюции, связав ее с некоторыми региональными проблемами.

Теория эволюции. Общие положения

В общей форме теория эволюции утверждает, что все сущее — результат исторического развития. В узком значении она рассматривает возникновение новых биологических свойств путем отбора наследуе-

мых изменений, в широком — становление и развитие биосферных структуры и отдельных компонентов, как живых, так и косных. Этим концепциям соответствуют два противоположных (и, вероятно, дополняющих друг друга) подхода — редукционный и системный. Традиционный эволюционизм принимает узкую концепцию эволюции и сводит весь процесс к случайным изменениям и отбору внутри популяции. Развитие более сложных систем, если и рассматривается, то как суммарный результат изменений, накапливающихся в популяциях.

В отличие от этого системный подход позволяет увидеть в эволюции многослойный процесс, имеющий свои особенности протекания на каждом из иерархических уровней, не сводимом к другим. Каузальные связи ведут не снизу вверх, от генных мутаций путем отбора на более высокие уровни, как в традиционном варианте, а наоборот, от биосферных изменений к биоценотическим, популяционным, онтогенетическим, геномным. Таким образом удается преодолеть элементы индетерминизма и акаузальности, содержащиеся в традиционной теории и возводимые некоторыми исследователями в гносеологический принцип.

В биосферные процессы вовлечено вещество земной коры, гидросферы и атмосферы. Их историческое развитие, следовательно, входит в круг проблем системной теории эволюции. В качестве движущей силы в ней на первый план выступает взаимодействие систем.

Этот тезис как будто противоречит устоявшемуся представлению о примате внутренних факторов развития. Действительно, естественный отбор может рассматриваться как механизм самоорганизации системы организмов. В то же время в замкнутой системе внутренние потенции развития быстро исчерпываются. Для дальнейшей эволюции требуется импульс извне. Непонимание этого обстоятельства и стремление исключить внешние воздействия из теоретической модели (на раннем этапе развития науки вполне оправданное — поскольку под внешним понималось главным образом воздействие сверхъестественных сил, от которых естествознание должно было освободиться,— но позднее превратившееся в тормоз для научной мысли) привели к тому, что эволюционные построения пришлось резко ограничить во времени и пространстве, свести к рассмотрению элементарных микроэволюционных событий, тогда как макроэволюция оказалась за бортом СТЭ.

Несмотря на это, в рамках СТЭ было сформулировано важное представление о том, что популяция сама по себе не изменяется, сохраняя постоянными из поколения в поколение частоты генов и генотипов, если на нее не действуют мутагенез и отбор. Мутагенез, как принято думать, вызывает хаотические изменения, направленность им придает отбор. Однако отбор не может действовать на основе таких исключительно редких событий, как появление новых мутаций. Его возможности, в сущности, ограничены теми мутациями, которые уже успели накопиться в популяции, т. е. ее генетическим полиморфизмом, который может быть очень значительным, но отнюдь не беспредельным. Н. И. Вавилов показал, что генетический полиморфизм подчиняется довольно строгим закономерностям и не выходит за определенные рамки. Отбор, таким образом, может произвести лишь некоторые изменения частоты генов, но не более того. «Творческий отбор»— всего лишь неудачная метафора. При достижении нового равновесия все большее значение приобретает стабилизирующая функция отбора, отсекающего любые отклонения от нормы.

Хотя в канонических эволюционных текстах эти затруднения если и упоминались, то как-то глухо, основателям СТЭ они, по-видимому, были хорошо известны. Альтернативы — геологические катастрофы или макромутации — были психологически неприемлемы, так как первая связывалась с Библией и Кювье (лишь в 80-е гг. нынешнего столетия катастро-

физм вдруг приобрел популярность в виде теории вымирания вследствие падения крупных астероидов, о которой — позднее), а вторая — с типологической концепцией вида и антидарвинистскими идеями первых генетиков. Однако увлечение стохастическими процессами в 20—30-х гг. подсказало еще одну альтернативу — случайное изменение частоты генов при естественных колебаниях численности особей в популяции. Математическая модель таких процессов, названных генетико-автоматическими (а также дрейфом генов), была разработана С. Райтом и вошла в арсенал СТЭ. Сравнительно недавно она была использована в теории «прерывистого равновесия» для объяснения скачкообразных изменений, наблюдаемых на палеонтологическом материале (и традиционно объясняемых неполнотой геологической летописи). Эта теория, связывающая смену видов с дрейфом генов в краевых популяциях, вызвала обширную полемику в литературе 70—80-х гг.

Замечу, что дрейф генов внес в эволюционизм еще один (вслед за генными мутациями) элемент случайности. Такие дополнения, делая теорию эволюции существенно акаузальной, ставят под вопрос ее способность вообще что-либо предсказывать.

Источником новых эволюционных идей стала бурно развивающаяся экология, которая с самого начала формировалась как системная дисциплина и впоследствии послужила прообразом общей теории систем. Не имея возможности сколько-нибудь подробно изложить историю эколого-эволюционных идей, перейду к краткому описанию модели, разрабатываемой мною в ряде публикаций, начиная с 1969 г., под названием экологической, или экосистемной теории эволюции (ЭТЭ). Ведущую роль в ней играет взаимодействие геологических и биологических компонентов биосферы, поэтому изложение целесообразно начать с геологической части модели.

Геологические кризисы

Вопрос о природе геологических кризисов очень важен для построения ЭТЭ, так как им отводится роль пускового механизма макроэволюционных процессов. К сожалению, современное состояние геодинамики не позволяет ответить на этот вопрос с полной определенностью. Попытки построить глобальную геодинамическую модель на основе изменения радиуса Земли — сжатия, расширения, пульсаций,— а также ротационная модель дрейфа континентов, разработанная А. Вегенером, не привели к приемлемым для большинства геологов результатам. В середине XX в. геодинамика оказалась в состоянии глубокого кризиса. Геологи работали исключительно над частными региональными проблемами, отвергая попытки обобщений как преждевременные.

В такой атмосфере новая глобальная модель не могла развиться «изнутри», из массы геологических фактов, ее пришлось позаимствовать из смежной области — геофизики. Речь идет о тектонике плит, которая родилась в конце 60-х гг. как сейсмологическая модель, но уже через несколько лет стала претендовать на ведущую роль в геологии, утверждая постоянное обновление океанической литосферы, подобно конвейерной ленте, передвигающей континенты. Геологи моего поколения могли воочию наблюдать становление новой парадигмы, заполнившей идейный вакуум предшествующих десятилетий.

Сейчас уже можно подвести некоторые итоги. Оставляя в стороне спорные моменты, нельзя не признать, что тектоника плит оживила геологические исследования, стимулировала развитие морской геологии, изменила стиль мышления региональных геологов. Любая парадигма лучше никакой. Вместе с тем утверждение парадигмы не сопровождалось разработкой альтернативных моделей, что в конечном счете привело к

догматизму, игнорированию конструктивной критики, замене творческого развития «латанием дыр». Так, первоначальный конвекционный механизм движения плит был заменен их «соскальзыванием» со срединно-океанических хребтов и (или) «засасыванием» в субдукционных зонах. И тот и другой вариант страдает крайним схематизмом, указывающим на утрату связи между моделью и геологической реальностью.

Реализм в геологии, как, вероятно, и во всем естествознании, заключается в том, чтобы не совершать насилия над материалом и не привлекать сил и механизмов, о которых имеющиеся факты ничего не могут нам сказать. Названные выше механизмы как раз относятся к этой категории.

В то же время есть силы и механизмы, которые, несомненно, действуют (не могут не действовать), хотя масштабы производимой ими работы еще предстоит выяснить. Это в первую очередь силы, возникающие в результате вращения Земли, т. е. ротационные. Они определяют форму Земли и ответственны за первичное расслоение земного вещества. Известно, что положение оси вращения относительно поверхности планеты и ее орбитальной плоскости, эксцентриситет орбиты, а также угловая скорость вращения подвержены кратковременным и долговременным колебаниям. Происходящие при этом изменения направления и величины полярного сжатия вызывали растрескивания земной коры (на той стадии, когда она была еще тонкой). Анализ системы глобальной трещиноватости, выполненный многими исследователями, подтвердил ее ротационное происхождение. Дальше этого ротационная теория пока не продвинулась (если не считать дискредитированной попытки А. Вегенера связать с нею дрейф континентов, т. е. перемещение гигантских сиалических блоков по базальтовому слою). Между тем сеть разломов служит канвой всех геологических процессов, в которых участвуют тела разной плотности, получающие различное ротационное ускорение.

Подвижки таких тел относительно друг друга неизбежны. Происходят они по пограничным разломам. Если речь идет о крупных блоках земной коры, отличающихся по плотности от своего окружения, то ротационные силы должны придать им медленное вращение, причем вокруг таких массивов должна возникнуть буферная зона. Это и наблюдается в действительности: гетерогенные блоки и плиты обычно разделены подвижными складчатыми поясами, амортизирующими вращение.

Самая крупная буферная зона, естественно, возникала между крупнейшими неоднородностями земной коры — континентальным и океаническим полушариями. Это грандиозный Тихоокеанский подвижный пояс, по системе кольцевых разломов которого — гигантских сдвигов — ложе Тихого океана смещается относительно окружающих континентов.

Краевые сдвиги создают пару сил, способную расколоть тонкую океаническую плиту. Этим, вероятно, объясняется существование срединных расколов. По ним поднимаются подкоровые расплавы, кора утолщается и вздувается в виде срединно-океанического хребта. По обе стороны от него океаническая кора постепенно остывает, намагничивается и погружается — чем дальше от срединного раскола, тем скорее, поэтому возникает симметричная картина магнитных аномалий.

Еще одна характерная особенность океанической коры — система так называемых трансформных разломов-сдвигов, перпендикулярных срединным хребтам. Их природа не вполне ясна, но наибольшие смещения происходят по экваториальным сдвигам, указывая на связь всей этой системы с кориолисовой силой.

Поскольку изменение угловой скорости и других параметров вращения Земли носит периодический характер, буферные зоны — окраинные подвижные пояса и срединно-океанические хребты — развиваются в пульсирующем темпе, испытывая попеременно расширение и сжатие (отсюда пульсационная модель развития земной коры), в связи с чем изменяется характер вулканизма.

Но напряжения и подвижки возникают не только между неоднородностями твердой оболочки Земли — литосферы, но и на ее границе с подстилающими мантийными слоями. Дело, по-видимому, в том, что приливное торможение литосферы вызывает ее проскальзывание относительно мантии, между ними тоже возникает своего рода буферная зона — астеносфера, вещество которой частично находится в расплавленном состоянии.

От скорости вращения зависит также уровень изостатического уравновешивания блоков земной коры. Сейчас бо́льшая часть континентальной коры уравновешена на отметках от 0 до +1 км, океанической — от —4 до —6 км. Если эти уровни сближаются, как уже не раз бывало в прошлые геологические эпохи, то океаны становятся мельче, а значительная часть континентов покрывается морями. Претерпевают изменения циркуляция океанических вод, относительная продуктивность наземной растительности и фитопланктона, альбедо земной поверхности — факторы, определяющие газовый состав атмосферы и тепловой бюджет, не говоря уже о глубоком влиянии ротационных параметров на зональность и сезонность климата, на систему воздушных и водных течений.

Таким образом, ротационная модель в первом приближении объясняет характер тектонических движений, динамику складчатых поясов, происхождение основных структурных элементов океанической коры (срединные хребты, трансформные разломы, магнитные аномалии), природу магматизма, морские трансгрессии и регрессии, изменение климата.

Я излагаю общую схему геодинамических процессов, не вдаваясь в детали. Вероятно, любой из приведенных выше тезисов может (и должен) вызвать возражения. Тем не менее я надеюсь, что читатель составил представление о потенциальных возможностях ротационной модели, о ее объяснительной силе. Для дальнейшего изложения важно, что ротационные пертурбации в той или иной степени затрагивают все компоненты биосферы, все подчиненные ей экосистемы.

Эволюция экосистем

Периодичность геологических кризисов, согласно ЭТЭ, определяет чередование контрастных эволюционных фаз — когерентной в стабильных экосистемах и некогерентной в нарушенных.

Развитие экосистемы может быть представлено как оптимизация ее структуры в отношении использования энергетических ресурсов среды, которая включает пересурсную специализацию, иерархию трофических уровней, дробление экологического пространства на «ниши» как предпосылку биологического разнообразия. Основной эволюционный механизм — конкуренция за место и ресурсы, т. е. топическая и трофическая, носящая как индивидуальный, так и групповой характер и сочетающаяся с репродуктивной (половым отбором), а также хищничеством, паразитизмом и различными видами взаимовыгодного сосуществования — мутуализма (классический пример сложных диалектических отношений в экосистемах — взаимодействие растений с их опылителями: насекомые находят в цветках убежище или пищу, т. е. относятся к ним как комменсалы или хищники, адаптируясь посредством топической или трофической конкуренции, тогда как растения используют насекомых в репродуктивной конкуренции; в результате возникает мутуализм, и развитие приобретает характер коэволюции).

Эти процессы ведут к усложнению структуры биологического сообщества и увеличению разнообразия видов, но они не бесконечны, т. к. плотность «упаковки» видов имеет пределы, поставленные достаточным числом особей (т. е. размерами популяций), снижение которого угро-

жает вымиранием или генетическим вырождением. Существует сравнительно детально разработанная модель островной биогеографии, анализирующая зависимость между видовым разнообразием и размерами территории. Однако выживание вида (и соответственно достаточное число особей) в еще большей степени зависит от доступности пищевых ресурсов в течение года. Поэтому в постоянных и переменных условиях, например бессезонных и сезонных, разнообразие стабилизируется на различных уровнях — в первых на более высоком (отчего и специализация заходит дальше).

Палеонтологическая летопись дает немало примеров таких стабилизированных равновесных сообществ — они почти не изменяются за миллионы лет: то же разнообразие, те же экологические доминанты. В отдельных нишах происходит замещение одних видов другими, но в целом эволюция настолько заторможена системой, что результаты ее не выглядят слишком впечатляющими. Морфологические изменения зачастую едва различимы даже с помощью самых современных методов.

Совсем иначе развиваются события при нарушении системы, когда эволюция вступает в некогерентную фазу, структура экологических ниш перестраивается, и каждый вид как бы предоставлен самому себе. Разумеется, не всякое нарушение вызывает необратимые последствия, ведь любая экологическая система обладает способностью восстанавливать свою структуру. В образовавшиеся бреши устремляются быстро размножающиеся неприхотливые виды-пионеры, по мере стабилизации обстановки уступающие место более конкурентоспособным видам климаксной стадии. Однако если обстановка не стабилизируется длительное время, то процесс регенерации не доходит до этой стадии, климаксные виды — а это есть господствующие виды своего времени — оказываются под угрозой и могут в конце концов исчезнуть с лица Земли.

И в самом деле, летопись великих кризисов на рубежах геологических эр показывает, что вымирают главным образом господствующие группы организмов. В меловом периоде это беннетики и чекановскиевые среди растений, аммониты, иноцерамиусы и рудисты среди моллюсков, динозавры, птерозавры и значительная часть сумчатых среди наземных позвоночных (я не перечисляю все группы — их много). Сторонники СТЭ, считающие двигателем эволюционного прогресса одну лишь конкуренцию, склонны объяснять вымирание динозавров вытеснением их млекопитающими (другие вымершие группы тоже кто-то вытеснил). При этом забывают, что динозавры и млекопитающие появились одновременно и сосуществовали в течение 150 млн лет. Достижения млекопитающих за весь этот период были довольно скромными. Их эволюционные потенции смогли проявиться лишь после вымирания динозавров, перед которыми они в кризисной ситуации имели лишь одно преимущество — ускоренное размножение.

В начале 80-х гг. была выдвинута катастрофическая гипотеза вымирания вследствие падения крупного астероида (свидетельство — повышенное содержание редкого в земной коре иридия на стратиграфическом уровне исчезновения динозавров; иридий, впрочем, может быть и мантийного происхождения). Популярность этой гипотезы сама по себе свидетельствует о кризисе СТЭ, традиционно отрицающей катастрофизм. Однако и вымирание вследствие одноактной катастрофы маловероятно. Тут важен фактор времени: воздействие должно быть достаточно продолжительным, чтобы подавить способность экосистем к восстановлению нарушенной структуры. Детальный анализ заключительной фазы мелового периода показывает, что вымирание, хотя и быстротечное по геологическим меркам времени, отнюдь не было мгновенным. Хронология событий гораздо лучше согласуется с экологической моделью, описанной выше.

Обратимся к видам, которые пережили критическую фазу. Для них

устранение конкурентов открыло возможность реализации эволюционных потенций, о которых дает некоторое представление вавиловский закон гомологических рядов изменчивости. В когерентные периоды жесткой конкуренции многие позиции в гомологических рядах оказываются незаполненными, и только ослабление стабилизирующего отбора на некогерентном этапе позволяет реализовать весь спектр потенциальной изменчивости. Возникают высокополиморфные видовые системы, отвечающие линнеону в трактовке Н. И. Вавилова (примерно такие системы были описаны автором по палеоботаническим материалам из порубежных слоев мела и палеогена). Впоследствии, в ходе развития новой экологической структуры, они распадаются на мелкие виды — жорданоны.

По-видимому, весьма различна и роль репродуктивной изоляции в процессах когерентного и некогерентного развития. Виды устойчивого сообщества «заинтересованы» в том, чтобы оградить себя от вторжения чужих генов, способных нарушить коадаптированную генетическую систему (поэтому и возникло представление о репродуктивной изоляции как главном критерии вида). Соответственно развитие изолирующих механизмов поддерживается отбором. На некогерентном этапе появляется необходимость в эволюционном экспериментировании для освоения свободного экологического пространства. Привнос чужеродного генетического материала при этом превращается из отрицательного фактора в положительный (расширяет возможности экспериментирования). Известно, что в кризисные периоды (например, в плейстоцене) виды интенсивно гибридизовались. Ослабление изолирующих механизмов, вероятно, облегчает не только гибридизацию, но и трансдукцию генов микроорганизмами.

Так процессы экосистемного уровня могут управлять динамикой видообразования, в свою очередь направляющей морфологическую и генную эволюции.

Генетическая система состоит из структурных (кодирующих) и регуляторных элементов. В природных популяциях многие структурные гены встречаются в нескольких формах, но на приспособленность организмов этот полиморфизм влияет незначительно или даже не влияет совсем (нейтрален: отсюда «недарвиновская» теория эволюции на основе случайного закрепления нейтральных мутаций, которая в 70-е гг. была довольно популярна; сейчас интерес к ней угас). Это запасной фонд изменчивости микроэволюционных процессов. Мутации нерегуляторных элементов генома могут (разумеется, не во всех случаях) изменить взаимодействие генов в онтогенезе. Это системные мутации, или макромутации. Они выражаются в ускорении, смещении, совмещении онтогенетических стадий, в результате которых может возникнуть новая организация. В когерентных условиях макромутации обычно отбраковываются стабилизирующим отбором; в некогерентных, возникая с определенной частотой, имеют шансы закрепиться, особенно если дают ускорение развития, столь существенное для переживания кризиса.

Схема, в которой когерентная эволюция осуществляется за счет структурных мутаций, а некогерентная за счет регуляторных, разумеется, упрощает реальный процесс изменения генома. Для нас сейчас важно представить себе геном как сложную саморегулирующуюся систему, в которой отбор действует на разных уровнях — на уровне матричной активности генов, их воспроизводства (репликации), устранения дефектов (репарации). При этом число копий повторяющихся последовательностей ДНК в ряду клеточных поколений может возрастать или сокращаться, изменяя пространственные и зависящие от них функциональные отношения между кодирующими элементами. Таким образом, и здесь, как в популяциях организмов, существует дифференциальное размножение. Более того, связь между матричной активностью и скоростью воспроиз-

водства позволяет (может быть, несколько метафорически) говорить об упражнении/неупражнении гена как факторе изменения его структуры и последовательности включения (на все более ранних стадиях для гена с возрастающей активностью) в онтогенезе.

Как и в любой биологической системе, изменение режима функционирования вследствие внешних воздействий (новых средовых или поведенческих факторов) влияет на направленность естественного отбора и через какое-то время геном перестраивается. Таково в самой общей форме решение проблемы наследственного закрепления модификаций (неточно формулируемой как «наследование приобретенных признаков»), непредвзятое изучение которой все еще осложнено вненаучными обстоятельствами. Не вдаваясь в обсуждение недавних сообщений о наследовании модификаций и полемики вокруг них на страницах журнала «Nature», отмечу только значение фактора времени: чтобы произошли заметные изменения в системе, новый режим функционирования должен поддерживаться достаточно долго; по-видимому, лишь в исключительных случаях закрепление происходит уже в следующем поколении.

Мы видим, что представление СТЭ о естественном отборе неточно: между отбором организмов в популяции и генными мутациями существует ряд промежуточных стадий. На популяционном уровне корректируются не единичные мутации, а результаты внутригеномного отбора. Такая многоуровневая система отбора объясняет, почему реальные темпы эволюции не совпадают с рассчитанными на основе СТЭ и почему слоны иногда эволюционируют быстрее мух. Решающими факторами оказываются не имманентная частота мутирования и не скорость смены поколений, как в традиционных расчетах, а темпы экосистемных преобразований и зависящая от них интенсивность отбора на геномном и популяционном уровнях. Благодаря этому в значительной мере устраняется противоречие между тем, что постулирует теория, и тем, что наблюдает палеонтолог.

Биологический прогресс и эволюция человека

ЭТЭ объясняет эволюцию внешними стимулами и на первый взгляд может показаться недооценкой способности биологических систем к саморазвитию. В действительности как раз на основе ЭТЭ удается подойти к объяснению такого фундаментального явления, как эволюционный прогресс.

Представление о прогрессе вытекало из сравнения аристотелевской «лестницы природы» (расположения живых существ в последовательности от низших к высшим) со стадиями развития зародыша и сменой форм в палеонтологической летописи. Можно без преувеличения сказать, что для объяснения этого «тройственного соответствия» и создавалась теория эволюции, во всяком случае в первом своем, ламарковском варианте. Иначе говоря, она была теорией биологического прогресса.

Однако уже Дарвин относился к вопросу о прогрессе с большой осторожностью, а в СТЭ он вообще опущен как метафизический. Попытки сравнить организмы различных типов и классов по таким объективным показателям, как сложность, приспособленность, эффективность, размеры генома, не дали определенных результатов. Получалось, что последовательность от синезеленой водоросли до человека может быть истолкована как прогресс лишь с позиций антропоцентризма.

Невозможность решения этой проблемы в позитивистском ключе можно было предвидеть. Ни сложность, ни эффективность, ни какое-либо другое отдельно взятое свойство не могло быть целью эволюции. К тому же наличие цели, смысла как будто подразумевает разумное начало в природе.

Мы знаем, однако, что природные системы обладают определенными тенденциями развития и достигают предсказуемого конечного состояния, которое может рассматриваться как их цель. Например, генетическая система управляет созиданием организма, в основных чертах отвечающего видовому стандарту. Для чего это делается? Очевидно, для того, чтобы сохранить систему путем размножения соответствующих организмов. Иначе говоря, и на этом уровне действует общий принцип сохранения.

Периодические кризисы, о которых шла речь в предыдущем разделе, приводят к вымиранию многих видовых и экологических систем, угрожают биосфере в целом. Уровень смертности резко повышается, что равносильно росту энтропии в системе. Целесообразное поведение биосферы как открытой системы в таких условиях заключается в выработке приспособлений, снижающих производство энтропии, т. е. уменьшающих общую смертность. От кризиса к кризису таких приспособлений — к ним относятся и многоклеточность, и половое размножение, и органы чувств, и забота о потомстве — становится все больше. Соответственно возрастает ценность индивида. Это и есть прогресс.

У низших организмов индивид не имеет самостоятельной ценности — его судьба целиком подчинена задаче выживания группы. Такие организмы обесценивают огромное количество биологической энергии, переводя живую материю в биокосную. Мощные толщи горных пород — известняков, кремней, углей — состоят из их остатков. Чем выше вид на лестнице природы, тем меньшую дань платит он смерти. Смысл эволюции биосферы заключается в сохранении жизни во всех ее проявлениях, в сохранении каждого индивидуального существования. Все остальное — лишь средства, и самое действенное из них — познание, плоды которого формируют особую эпибиологическую систему — культуру. С ее возникновением физическое существование может быть продлено на неопределенное время. В этом смысле прогресс жизни ведет к бессмертию.

Мысль о бессмертии как цели биологической эволюции в наиболее определенной форме выражена В. С. Соловьевым в его полемическом письме к Л. Н. Толстому, отрицавшему воскресение. По Соловьеву, воскресение Христа было подготовлено всем ходом развития жизни от низшего к высшему и явилось одним из первых зафиксированных событий такого рода. Не вдаваясь в теософские споры, замечу, что распространение учения Христа, которому в немалой степени способствовала его мученическая смерть, было духовным воскресением в мире культуры, где его личность и идеи, возможно, переживут саму христианскую религию.

Физический тип современного человека в общих чертах сформировался около 200 тыс. лет назад, но окончательно — 30—40 тыс. лет назад. Я говорю «окончательно», так как есть серьезные основания полагать, что в обозримом будущем он не претерпит серьезных изменений. Биологическая стабилизация человека не случайно совпала с фундаментальными сдвигами в области культуры и, в частности, появлением искусства. Конечно, несколько десятков тысяч лет — не такой уж большой срок. Многие виды растений и животных оставались неизмененными гораздо более длительное время. Но в отличие от них человеческий вид развивается быстро и даже бурно, только эволюция его практически целиком смещена в область культуры.

В такой неравномерности развития качеств нет ничего необычного, более того, она относится к числу общеэволюционных закономерностей. У насекомых, строящих домики, эволюционирует главным образом строительный инстинкт, телесные изменения минимальны.

Культура как эпибиологическая система по мере своего развития оказывает все большее стабилизирующее воздействие на биологию. Одним из первых культурных мероприятий этого плана была борьба с

инцестом, или кровосмешением — половыми отношениями между близкими родственниками, которые в небольших общинах вели к быстрому физическому вырождению. Тема инцеста проходит через всю древнюю мифологию, хотя в ряде случаев она скрыта позднейшими наслоениями. В книге «Нерешенные проблемы эволюции» я уже писал о том, что «первородный грех» Адама и Евы был грехом инцеста, символически воплощенным в чудовище (змее), которое структурно соответствует сфинксу из мифа об Эдипе. Греховность усугублялась тем, что инцест, по некоторым представлениям, был привилегией богов, ревниво следивших за тем, чтобы смертные не пытались сравняться с ними. И даже предание о безбрачии Христа, возможно, имеет ту же основу: ведь все женщины были как бы его сестрами. Противодействие инцесту формировало родовую структуру и способствовало развитию межплеменных связей, стабилизируя физический облик человека.

Античная культура еще более решительно вмешивалась в биологию, утверждая эстетический стандарт человеческого тела, который мог служить ориентиром для полового отбора. Некоторые культурные тенденции — христианская проповедь умерщвления плоти, религиозный и политический изоляционизм — могли временно деформировать античный стандарт, но в целом он оказался весьма устойчивым.

Представление о безмускульных большеголовых интеллектуалах компьютерного века лишено серьезных оснований. Во-первых, использование информационных устройств, берущих на себя ряд функций мозга, отнюдь не способствует развитию последнего (еще Платон заметил, что с распространением письменности человеческая память ослабела). Во-вторых, новая техника может повлиять на физический облик человека лишь в том случае, если вместе с нею появится новый эстетический стандарт, способный изменить направленность полового отбора. Однако попытки художников XX в. создать новые эстетические стандарты (или хотя бы разрушить старые) пока не дали серьезных результатов.

Приложения модели

Конспективно изложенная выше ЭТЭ имеет концептуальные выходы в геотектонику, стратиграфию, биологию развития, генетику, систематику, экологию, социологию и этику.

Стратиграфия, имеющая большое практическое значение для геологической съемки и поисков полезных ископаемых, с начала XIX в. развивалась как преимущественно эмпирическая дисциплина — определение возрастных соотношений слоев горных пород путем сравнения содержащихся в них палеонтологических остатков. Эволюция органического мира считалась непрерывной, мало зависящей от геологических событий, выступая по отношению к ним в качестве своего рода внешнеотсчетной шкалы времени. Постулируемое ЭТЭ чередование когерентных и некогерентных фаз открывает возможность естественной периодизации эволюционной истории, отражающей смену состояний биосферы (смену палеобиосфер). Эволюционные рубежи определяются по резким изменениям разнообразия, характера доминирования и состава доминирующих форм. Теоретически они соответствуют глобальным геологическим событиям и помогают выявить последние. Последовательность глобальных геобиологических кризисов образует каркас международной стратиграфической корреляции. В промежутках между ними корреляция производится по преобладающим тенденциям развития экосистем. Экостратиграфическая концепция (подробно изложенная в ряде работ автора) делает работу стратиграфа более осмысленной, дает каузальную основу для комплексного применения стратиграфических методов, раскрывающих различные аспекты экосистемной эволюции.

Систематика, составляющая фундамент всей биологии, концептуально тесно связана с теорией эволюции и в идеале воплощает эволюционную историю органического мира. Ведущая современная школа систематиков стремится построить схему ветвления филогенетических линий, или кладогенез. Однако эволюция не сводится к кладогенезу. Согласно ЭТЭ, не менее существенны эволюционные уровни, достигаемые параллельно развивающимися линиями и отвечающие «горизонтальным» таксонам высших рангов. На каждом уровне адаптивная радиация, дробление экологического пространства служат основой для обособления все более дробных таксонов. Такая система, отражающая экологическую структуру биосферы в ее историческом развитии, может оказаться более информативной, чем филогенетическая.

В молекулярной генетике представление о геноме как о протоэкологической системе разнокачественных элементов, относительная приспособленность которых выражается в дифференциальном размножении, поможет заменить современный стохастический подход каузальным, способным выявить и объяснить автономные тенденции эволюции генов, корректируемые отбором на организменном и более высоких организационных уровнях.

Приложение теории эволюции к социологии и этике имеет давнюю историю. Ч. Дарвин оправдывал колониальную политику Англии как соответствующую принципу выживания наиболее приспособленных. Корифей современной СТЭ Э. Майр рекомендовал освободить богачей от налогов, так как они в качестве наиболее приспособленных заслужили режим наибольшего благоприятствования. Генетик Г. Меллер сокрушался по поводу ослабления естественного отбора в человеческих популяциях, пророча вымирание от мутационного груза. Физик Л. Больцман сформулировал этический принцип, по которому хорошее — это то, что полезно для вида. Евгеника во всех вариантах, вплоть до геноцида, означает замену или дополнение естественного отбора искусственным на благо человечества. Масштабные евгенические мероприятия нацистской Германии опирались на исследования антропологов. Так какова же роль естествознания в этике и социологии?

В том, что естествознание как источник этических установок оказалось дискредитированным, повинен в первую очередь ограниченный позитивистский эволюционизм, не видящий ни цели эволюционного прогресса, ни того, как по мере приближения к ней изменяются средства. Ведь и естественный отбор эволюционирует, между формами его существует конкуренция, и что хорошо для цианобактерий, не обязательно хорошо для высших животных и человека. На примитивных эволюционных уровнях, где особи почти не отличаются друг от друга, господствует групповой отбор, уничтожающий целые штаммы микроорганизмов. С появлением индивидуальности на первый план выдвигается дифференциальное размножение, возникают новые виды отбора: у раздельнополых организмов — половой, с появлением культуры — еще на дочеловеческом уровне — концептуальный (т. е. отбор идей, символов, поведенческих стереотипов и т. п.). В человеческих популяциях эти виды отбора сложным образом переплетаются. Концептуальный отбор может сочетаться с групповым (геноцид по религиозным или политическим мотивам) или индивидуальным (физическое уничтожение сторонников той или иной идеи) отбором людей. Однако прогрессивная тенденция заключается в постепенном отмирании низших форм естественного отбора. Тем, кто сетует по поводу накопления вредных мутаций, следовало бы помнить, что мутация вредна или полезна не сама по себе, а в определенном генетическом контексте и что закрытие границ, ограничение прописки, другие препятствия перемещению людей могут иметь более глубокие генетические последствия, чем даже повышение радиационного фона.

По ЭТЭ, появление человека и культуры — закономерный результат длительного процесса, смысл которого в сохранении каждого индивидуального существования. Человек, следовательно, не поставлен над живой природой, а погружен в нее, связан с нею тысячами эволюционных нитей. Понять человеческие чувства, культуру невозможно без обращения к их эволюционным истокам. Приведу простой пример: ревность считается порождением собственнических нравов буржуазного общества. Однако бурные проявления этого чувства у животных, в особенности у полигамных видов, указывают на его связь с половым отбором, который, в свою очередь, основан на инстинкте сохранения генетической линии, восходящим к появлению индивидуальности. Собственнические нравы оказываются лишь самым верхним слоем.

Непонимание многослойности человеческой психики чревато грубейшими философскими и политическими ошибками. Вопрос не сводится к тому, что важнее в человеке — биологическое или социальное. То и другое неоднородно, уходит корнями в глубины человеческой и предчеловеческой истории. Их переплетение создает разнообразие людей, проявляющееся в множестве признаков, ни один из которых не может быть априори признан несущественным. (Почему великие вожди в XVII—XVIII вв. были, как правило, высокорослыми, а в XIX—XX вв. низкорослыми?)

Вся история человечества представляет собой борьбу между силами консервативными, стремящимися ограничить и упорядочить разнообразие людей путем введения общечеловеческих, национальных, кастовых, сословных стандартов, и прогрессивными, способствующими более полному проявлению этого разнообразия.

Из экосистемной теории эволюции вытекает, что разнообразие тем выше, чем слабее конкуренция. Поэтому, вполне отдавая себе отчет в значении конкуренции для поддержания высоких стандартов в различных областях производства, я вижу в ней препятствие на пути социального прогресса.

Это противоречие наводит на размышления о сущности социального прогресса. Где та черта, за которой развитие производительных сил [illegible] насущные потребности и будет по инерции продолжаться за счет искусственно создаваемых? Ни одна демографическая модель не предусматривает безграничного роста населения (предполагается стабилизация численности людей на уровне 10—12 млн в первой половине XXI в.). Ни одна экономическая теория не рассматривает рост материальных потребностей как бесконечный процесс. Значит, черта будет подведена, и, может быть, довольно скоро. А что за нею — покой и воля или духовное опустошение? Это зависит от понимания человеком своей миссии на Земле, вытекающей из общих эволюционных тенденций.

Смысл эволюционного прогресса — в сохранении жизни во всем ее разнообразии, и человек обретет душевное равновесие, когда, отказавшись от солипсистского девиза «все для человека», направит свои усилия на достижение этой цели, когда экология превратится в раздел этики. Ведь добро, писал В. С. Соловьев в статье «Общий смысл искусства» (1911 г.), «не в торжестве одного над другим, а в солидарности всех. А могут ли из числа этих всех быть исключены существа и деятели природного мира? Значит, и на них нельзя смотреть как на средства или орудия человеческого существования, значит, и они должны входить как положительный элемент в идеальный строй нашей жизни».