

ДИСКУССИОННАЯ ТРИБУНА

Статья академика Г.А. Заварзина "Составляет ли эволюция смысл биологии?", опубликованная в нашем журнале (2006, № 6), вызвала весьма оживлённую реакцию со стороны как биологов, так и философов. Ниже публикуются критические заметки биолога, известного своими работами в области экологии, о спорной статье и ответ её автора на критику оппонента.

АРИАДНИНА НИТЬ ЭВОЛЮЦИОНИЗМА

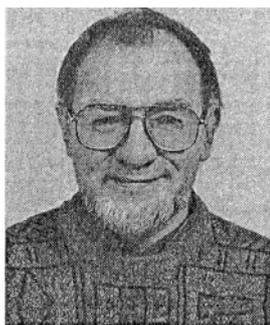
А. М. Гиляров

Поводом для этих заметок стала статья Георгия Александровича Заварзина, озаглавленная "Составляет ли эволюция смысл биологии?" [1]. В полном соответствии с замыслом автора этот провоцирующий заголовок у многих читателей сразу вызвал ассоциацию с известной фразой Фредосия Добжанского: "Ничего в биологии не имеет смысла, если не рассмотрено в свете эволюции" (длинноватый, но более или менее точный перевод с английского: *Nothing in biology makes sense except in the light of evolution*). Именно так называлась небольшая популярная статья Добжанского, опубликованная более 30 лет назад [2]. Пафос той давней статьи был направлен на защиту естественно-научной картины мира как противостоящей картине, даваемой креационизмом, причём особое внимание уделялось тем возможностям, которые открываются перед биологом, вооружённым эволюционным подходом. Актуальность темы диктовалась не прекращавшимися тогда (как, впрочем, и сейчас) в США нападениями на теорию эволюции со стороны клерикальных кругов. Не исключаю, что и в современной России, в условиях, когда церковь всеми силами старается активно проникнуть в школу, а научная общественность (включая руководство РАН) не оказывает этому сколь-либо серьёзного противодействия, публикация статьи Добжанского была бы вполне уместна. (В настоящее время полный её

текст имеется в свободном доступе на нескольких сайтах в интернете, например: http://www.pbs.org/wgbh/evolution/library/10/2/text_pop/1_102_01.html.)

Пафос статьи Заварзина направлен на другое, а именно на то, чтобы показать, сколь мало даёт эволюционный подход (а уж тем более дарвинизм) микробиологу, изучающему роль прокариот в функционировании биосферы. И хотя на вопрос, вынесенный в заголовок, сам автор, прямо, "в лоб", не отвечает, вся приводимая им аргументация должна подвести читателя к ответу отрицательному, к выводу о том, что эволюция вовсе не является тем "светом", в лучах которого надо рассматривать все биологические явления. Во всяком случае, этого не требуется для понимания того, как устроена биогеохимическая машина биосферы и как в неё встроены те или иные организмы. Кроме того, микробиолог, по мысли Заварзина, должен испытывать разочарование в современной (стремящейся к тому, чтобы быть "естественной") систематике бактерий, поскольку выясняется, что филогения (происхождение) разных групп организмов никак не определяет их физиологию, а соответственно, и роль их в круговороте химических элементов.

Продолжая заданную автором логику рассуждений, мы должны прийти к пессимистическому выводу о том, что знание прошлого не помогает пониманию настоящего. Заметим, что по отношению к миру микробов это отчасти справедливо, поскольку прошлое прокариот нам практически не известно (что признаётся и в обсуждаемой статье). Гораздо более продуктивным, по мнению Заварзина, оказывается осознание "соответствия" мира микробов среде обитания, прежде всего потоку веществ, используемых ими в качестве источника энергии и (или) компонентов, необходимых для построения собственных тел. Особое значение придаётся представлению о *функциях*, осуществляемых разными группами организмов в биосфере, или, выражаясь более категорично, представлению о *целях* их функционирования, за-



ГИЛЯРОВ Алексей Меркурьевич - доктор биологических наук, профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова.

даваемых системой более высокого ранга - экосистемой или биосферой в целом.

Таким образом, вместо дарвиновской теории, которая, как утверждает Заварзин, в мире микробов *не работает*, предлагается руководствоваться идеей целесообразности устройства биосферы и отдельных экосистем, например циано-бактериального мата. А поскольку разные группы бактерий, выполняющие в экосистеме разные функции, не могут существовать друг без друга (продукты метаболизма, по сути "отбросы", одних организмов оказываются важнейшим пищевым ресурсом для других), то основное внимание предлагается уделять принципу кооперации, а вовсе не конкуренции, на которую так любят ссылаться адепты дарвинизма.

При всём моём огромном уважении к личности и трудам Заварзина, я никак не могу разделить его сокрушительный скепсис по отношению к дарвинизму и не могу согласиться с тем, что "взгляд на эволюцию биоты и биосферы с позиций микробиолога приводит к выводам, отличающимся от общепринятых" [1, с. 533, 534]. Эволюционный подход и представление о дарвиновском механизме изменения видов, на мой взгляд, вовсе не исчерпали своих возможностей в объяснении того, что нам известно о прошлом и нынешнем состоянии биосферы. Более того, если нам и кажется, что эволюция каких-то групп организмов и каких-то сообществ давно остановилась (к примеру, современные циано-бактериальные маты, по-видимому, действительно ничем не отличаются от тех, что существовали по крайней мере 2.5 млрд. лет назад), то поиски причин этого удивительного постоянства вовсе не должны выводить нас за рамки эволюционной концепции. Скорее наоборот, именно осознание непрекращающейся эволюции биоты может задать подобным поискам нужное направление и таким образом оказаться эвристически полезным.

На вопрос, заданный Заварзиным: "Составляет ли эволюция смысл биологии?", я готов ответить утвердительно: "Да, составляет", хотя формулировку вопроса и само словосочетание "смысл биологии" вряд ли можно признать удачными. Наверное, лучше говорить об "осмыслении" того, что изучается биологией, об упорядочивании, а главное - объяснении накопленного ею материала. Мне представляется, что эволюционный взгляд на биоту не только даёт дополнительное временное измерение, в котором можно разместить относительно друг друга разные группы организмов (и выполняемые ими функции!), но и служит мощнейшим *объяснительным началом* наблюдаемой картины. Развернутая аргументация этого положения, конечно, не может быть представлена в рамках небольшой журнальной статьи, пото-

му придётся ограничиться несколькими довольно разрозненными тезисами.

Непреходящая актуальность естественного отбора. Все организмы размножаются, а рост их популяций может быть описан экспоненциальной зависимостью: $N_t = N_0 e^{rt}$, где N_t - численность популяции в момент времени t , N_0 - численность популяции в начальный момент времени, e - основание натуральных логарифмов, r - удельная (в расчёте на особь) скорость популяционного роста. Необходимым и достаточным условием экспоненциального роста является постоянство величины r . Когда с языка математики мы переходим на язык биологии, это означает, что любая популяция растёт экспоненциально, если среда по отношению к каждой особи в среднем остаётся неизменной. На самом деле данное условие обычно соблюдается очень недолго уже хотя бы потому, что по мере увеличения численности популяции сокращается количество ресурсов, приходящихся на одну особь. Нехватка же ресурсов автоматически порождает конкуренцию, в процессе которой и проявляется неодинаковость особей, ведущая к дифференцированному выживанию, а главное - размножению, иначе говоря, к тому, что мы называем дарвиновским отбором. Пресс хищников - это другой важнейший фактор, также зависящий от плотности популяции и также выявляющий неодинаковость особей.

Описанные процессы постоянно происходят во всех популяциях. Они имеют место даже тогда, когда численность популяции остаётся неизменной, поскольку постоянство численности означает просто равенство рождаемости и смертности (прибыли и убыли особей). Отбор может менять своё направление в зависимости от ситуации, складывающейся в среде. Пример из учебника, касающийся индустриального меланизма: бабочки, берёзовые пяденицы, потемневшие в Англии при загрязнении стволов берёз копотью, снова посветлели, когда воздух стал чище (фактор отбора - поедание птицами, легко замечающими добычу при окраске, контрастирующей фону). Другой пример из только что опубликованной работы о ящерицах *Anolis sagrei*, обитающих на островах Карибского бассейна [3]. Обычно эти небольшие рептилии ведут наземный образ жизни, а отбор направлен на удлинение задних ног, так как длинные ноги позволяют быстрее убежать от преследующего хищника. Но когда на несколько островов специально выпустили крупных ящериц *Leiocephalus carinatus*, которые успешно охотятся на *A. sagrei*, последние, спасаясь от хищника, вынуждены были перейти к древесному образу жизни, что сразу повлекло изменение в направлении отбора: для лазания по деревьям удобнее иметь более короткие задние ноги.

Мы не должны забывать о том, что отбор в популяциях происходит постоянно, и он всегда автоматически ориентирован на то, чтобы подстроиться к среде. Те линии сменяющих друг друга поколений, которые в какой-то период времени не смогли подстроиться к изменившимся условиям и продолжить успешное воспроизведение, исчезли с лица Земли. *Классический "дарвиновский" механизм эволюции никогда не останавливался и не может остановиться в принципе.* Среди прокариот он работает не менее эффективно, чем среди эукариот. Более того, прокариоты в принципе ещё лучше, чем эукариоты, соответствуют выдвинутой в своё время Л. Ван Валенем гипотезе "Чёрной королевы" [4] (знаменитая фраза из "Алисы в стране чудес" Кэрролла: "here, you see, it takes all the running you can do, to keep in the same place" - "здесь вы, как видите, должны бежать изо всех сил, чтобы удержаться на месте"). Малый размер бактерий и короткое время генераций (быстрая смена поколений) делают их очень удобным объектом для экспериментального изучения механизмов эволюции. Недавний обзор С. Елены и Р. Ленски, специально посвящённый данной проблеме, подытоживает результаты 137 работ, причём подавляющее большинство их выполнено в самое последнее время [5].

Основная специфика отличий в текущей эволюции ("микроэволюции") прокариот от эукариот определяется *не столько малыми размерами прокариот и высокой скоростью популяционного роста, сколько гаплоидностью и отсутствием у них настоящего полового процесса.* Как шутливо заметили Б. Левин и К. Бергстром, с точки зрения прокариот, эукариоты, подобные нам, то есть размножающиеся половым путём, могут показаться "сексуальными маньяками, склонными к инцесту" [6]. Они делают "это" слишком часто и вступают в связь с партнёрами, которые прокариотам представляются близкими родственниками. У бактерий обмен генетическим материалом происходит очень редко, однако он может быть связан с перемещением крупных фрагментов между филогенетически удалёнными группами (так называемый горизонтальный перенос).

Подобные редкие события чрезвычайно важны для того, что можно назвать "макроэволюцией прокариот", но они не заменяют и не отменяют "микроэволюции" - каждодневной работы классического дарвиновского отбора по достижению лучшей приспособленности к окружающей среде. Процессы, при этом происходящие, принципиально не отличаются от тех, что известны для эукариот. Полезные мутации также возникают существенно реже, чем вредные (но вредные у прокариот элиминируются быстрее благодаря их гаплоидности). А среди полезных те, что приво-

дят к значительному увеличению приспособленности, встречаются существенно реже тех, что способствуют лишь слабым улучшениям, хотя последние легко теряются в результате сильного сокращения численности и генетического дрейфа. Конечно, у прокариот чаще, чем у эукариот, отбор идёт не столько среди особей, сколько среди клонов. Однако в целом нет оснований сомневаться в том, что бактерии подвержены дарвиновскому отбору не в меньшей степени, чем дрозофилы или любые другие представители эукариот.

Альтернативные решения проблемы выживания. Отбор, направленный на усиление одного признака, нередко автоматически ведёт к ослаблению другого. Но этот другой признак в иных условиях может быть выгоден и поддержан отбором. Например, для растений при недостатке в среде элементов минерального питания (азота и фосфора) важна в первую очередь способность потреблять дефицитный ресурс в низкой концентрации и тем самым поддерживать свой рост. Для этого требуется мощная, хорошо разветвлённая корневая система. Но при достаточной обеспеченности элементами минерального питания более важной оказывается способность растений как можно быстрее их потребить и пустить на рост надземных органов - стеблей и листьев. Подобная смена приоритетов в травах организма оправдана, поскольку в изменившейся ситуации основная конкурентная борьба начинает разыгрываться за другой важнейший ресурс - свет [7]. Аналогичным образом, формирование в процессе эволюции растений эффективных средств защиты от травоядных животных автоматически ведёт к ослаблению скорости вегетативного роста. Нельзя быть салатом и кактусом одновременно, но и салат, и кактус с равным успехом решают, по сути, одну задачу - выживание в ряду поколений.

Представление о выгодности альтернативных путей достижения жизненного успеха в общем плане было обрисовано Г. Спенсером еще в 70-х годах XIX в., а затем уже в XX в. не раз формулировалось по отношению к самым разным группам организмов (подробнее см.: [8]). Так, Л.Г. Раменский в 1930-х годах писал о трёх жизненных типах (теперь сказали бы - "стратегиях") растений: виолентах, пациентах и эксплерентах. Р. Макартур и Э. Уилсон в конце 60-х годов выдвинули идею *r*- и *K*-отбора, иными словами, отбора, направленного на максимизацию скорости популяционного роста *r* или стационарной численности популяции *K*, а Ф. Грайм в середине 70-х разработал представление о трёх стратегиях растений: *C* (competitors - конкуренты), *S* (stress-tolerants - стресс-толеранты) и *R* (ruderals - рудералы, "сорняки"). Выделенные Граймом стратегии практически совпали

с теми, что уже были предложены Раменским, но Грайм об этом не знал. Справедливости ради надо сказать, что вся концепция разработана Граймом более основательно и имеет чётко выраженный эволюционный подтекст.

Существование альтернативных вариантов выживания практически всегда подразумевает наличие трейдоффов - отрицательных корреляций между отдельными характеристиками жизненного цикла. Так, среди планктонных ракообразных, обитающих в озёрах, многие виды совершают вертикальные миграции, поднимаясь ночью к поверхности и опускаясь днём в более глубокие слои. У поверхности рачки активно питаются фитопланктоном, а на глубине, где его очень мало, "отсиживают", спасаясь от хищников: поедающие их рыбы не могут там эффективно охотиться из-за недостаточной освещённости. "Плата" ракообразных за подобный способ избегания хищников - снижение скорости популяционного роста. Ведь им приходится значительное время проводить в условиях низкой температуры и недостаточной обеспеченности пищей. Однако для более мелких (и потому менее привлекательных для хищников) планктонных ракообразных возможна альтернативная стратегия: постоянное пребывание в верхних слоях и поддержание высокой рождаемости, которая уравнивает смертность, вызванную хищником. Обе стратегии реализуются в природе, а неизбежные в каждом случае затраты могут быть оценены количественно с точки зрения самих ракообразных [9, 10].

Трейдоффы исследуются и на бактериях. Грандиозный эксперимент был проведён В. Купером и Р. Ленским, которые в течение 10 лет изучали процесс специализации, происходящей в 12 линиях *Escherichia coli* при снабжении их только одним источником углерода — глюкозой [11]. За это время, охватывающее более 20 тыс. поколений бактерий, удалось проследить, как утрачивается способность бактерий использовать иные субстраты - лактат, малат, фумарат и другие вещества (всего более 20). При этом выяснилось, что в основе наблюдаемого трейдоффа между эффективностью потребления одного ресурса и возможностью использовать широкий спектр ресурсов лежит не просто потеря генов, кодирующих не находящие применения функции (подобно тому, как редуцируются глаза у пещерных рыб), а так называемый антагонистический плейотропизм, при котором мутации, полезные для организма в одних условиях, оказываются вредными в других. Использование бактериями стратегии ингибирования роста конкурентов с помощью специально вырабатываемых веществ (такова, например, природная функция антибиотиков) так-

же всегда связана с существенным снижением скорости популяционного роста [12, 13].

Направленность эволюции на создание форм, устойчивых к дальнейшей эволюции. Тезису о том, что "онтологическим содержанием эволюции является создание форм, устойчивых к дальнейшей эволюции" и что *эволюция творит не просто новое, а новое, которое сопротивляется последующим изменениям*, посвящены две интересные, но ещё явно недооценённые научным сообществом, статьи В.П. Щербакова [14,15]. Прежде всего на них я буду опираться в изложении данного раздела.

Отбор, происходящий в процессе эволюции любой системы (не только биоты), всегда сохраняет объекты, более стабильные, менее подверженные разрушительному воздействию среды. Конечно, судьба организмов в случае изменения среды может быть разной. Если условия меняются столь радикально, что становятся несовместимыми с жизнью или размножением данных организмов, то соответствующая линия "древа жизни" прерывается. Такое случается часто, но возможны и два других варианта. Во-первых, благодаря всегда существующему резерву внутривидовой изменчивости, возникающему хотя бы из-за того, что потомки не могут быть абсолютно точными копиями своих родителей - цена точной репликации очень высока, вид в изменившихся условиях может быстро эволюционировать. При этом сохраняется филогенетическая преемственность, но сами организмы могут измениться до неузнаваемости в прямом смысле слова, то есть до того, что потеряют способность как распознавать "своих" особей предковой формы (если те где-то ещё сохранились), так и с ними скрещиваться. Во-вторых, в меняющихся условиях организмы могут продолжать существовать и размножаться, не претерпевая сколь-либо серьёзных изменений. Дело в том, что изменения среды, кажущиеся значительными для внешнего наблюдателя, могут быть вовсе не столь существенными с точки зрения самих организмов, могут оставаться в пределах, допускаемых их физиологическими особенностями, их "фундаментальной нишей"¹. Особенно это касается мелких организмов, например простейших, живущих между песчинками в верхнем слое грунта (не говоря уж о бактериях). Их пространство обитания радикальным образом отличается от того, в котором живём мы (а "мы"

¹ Это обстоятельство очевидно и для Заварзина. В своих блистательных "Лекциях по природоведческой микробиологии" он пишет, что среда обитания бактерий, входящих в сообщество циано-бактериального мата, "заведомо устойчивее, чем геосферные изменения от бескислородной к кислородной атмосфере", а отсюда и "вывод, что эволюции прокариот, начиная по меньшей мере с палеопротерозоя, вообще не было" [16, с. 327].

в данном случае - это не только *Homo sapiens* и даже не только приматы, а может быть, все достаточно крупные наземные позвоночные).

Харизматические "живые ископаемые", вроде латимерии, гаттерии или гинкго, обычно рассматриваются как курьёзы природы, как некие исключения из правила (правильно было бы им давно исчезнуть с лица Земли). Но не лучше ли считать их примерами *совершенства, позволяющего не эволюционировать дальше* в течение очень длительного времени. Круг "живых ископаемых" на самом деле весьма широк и включает массу организмов, процветающих и в настоящее время, например хрящевых рыб - акул и скатов. Ну а самый лучший пример - цианобактерии. Окаменевшие их остатки (микрофоссилии) встречаются в отложениях, которым существенно больше 2 млрд. лет, хотя и существуют сомнения относительно самых древних микрофоссилии, возраст которых 3.4 млрд. лет [17]. В любом случае цианобактерии существовали тогда, когда не было не только никаких многоклеточных, но и одноклеточных эукариот.

В качестве важнейших достижений эволюции, позволяющих видам сохранять свою идентичность и сопротивляться дальнейшим изменениям, Щербаков называет: высокую точность репликации и репарации ДНК, диплоидию, половое размножение, "очищающий" отбор (побеждает наименее отягощённый мутациями), наличие шаперонов (белков, обеспечивающих правильное свертывание и сборку белков и тем самым - благополучный онтогенез, несмотря на наличие мутаций), фенотипическую пластичность (ненаследственную адаптацию к среде), заботу о потомстве и *K*-стратегию, поведение, гарантирующее независимость от окружающей среды.

Особая роль признаётся за половым размножением и связанной с ним генетической рекомбинацией. Биологический смысл этих явлений - создание барьера на пути дальнейшей эволюции вида. Ведь половая особь не может воспроизвести свою генокопию, а "конкуренция между особями, по существу, заменяется конкуренцией между аллелями из-за того, что потомки конкурентов оказываются в конце концов общими" [15, с. 300]. Широко известная популярная книжка Р. Докинза "Эгоистичный ген" [18] (первое английское издание вышло ещё в 1976 г.) своим названием как раз подчёркивает эту особенность эволюции диплоидных организмов.

Таким образом, популяция организмов с половым размножением может эволюционировать только как целое. При этом сохраняется потенциальная возможность восстановления исходного генотипа, а эволюция в пределах вида становится

обратимой (что иллюстрируют приведённые выше примеры индустриального меланизма берёзовых пядениц или меняющейся длины ног у ящериц *Anolis sagrei*). Подобная обратимость, как подчёркивает Щербаков, эквивалентна "остановке эволюции", а для преодоления эволюционной устойчивости диплоидных видов с половым размножением требуется "особое стечение обстоятельств".

Понимание сути этих процессов помогает почувствовать существенную разницу в том, что можно называть "видом" у прокариот и эукариот, но оно не только не отменяет эволюционного взгляда на всю биоту в целом, а скорее наоборот, - подчёркивает его эвристическую роль.

Гетеробатмия и взаимная дополнительность функций. Во многих биологических системах - от отдельно взятого организма до биосферы в целом - можно найти части, находящиеся на разных стадиях эволюционного развития. Обсуждая это явление применительно к высшим растениям, А.Л. Тахтаджян ещё в 1959 г. ввёл термин *гетеробатмия* (от греч. bathmos - ступень, уровень), буквально "разноступенчатость". Объединённые в одном растении довольно примитивная проводящая система стебля и эволюционно позднее сформировавшиеся репродуктивные органы - как раз пример гетеробатмии. Ещё один очень яркий пример гетеробатмии, приведённый Тахтаджяном, касается совсем другой области: это сочетание лука и стрелы с транзисторным приёмником у юноши, встреченного им в 1971 г. в горах Новой Гвинеи [19].

Гетеробатмия - характерная особенность биосферы, результат её эволюции, происходившей по принципу аддитивности, то есть *добавления* новых, позднее возникших компонентов к старым, существовавшим ранее, причём именно добавления, а не замены. Старые компоненты могут быть потеснены новыми, но они не только не исчезают, но и делают возможным существование новых. То, как это происходит, хорошо разъяснил как раз Заварзин в нескольких своих статьях и особенно убедительно - в заключительной главе "Лекций по природоведческой микробиологии" [16]. Выделяемые им этапы формирования биосферы, условно обозначенные как "добиосферный" (жизнь уже существует, но не определяет облика планеты), "прокариотий" (складывается система замкнутых биогеохимических циклов, обеспечиваемых исключительно прокариотами), "протистий" (к прокариотам добавляются протисты - одноклеточные эукариоты), "метазой" (добавляются многоклеточные - *Metazoa*) и "плантаций" (суша осваивается высшими растениями), соответствуют появлению на биосферной арене новых групп организмов, которые последова-

тельно включаются в глобальный круговорот биогенных элементов и начинают играть в нём всё более важную роль. Однако основу биогеохимической машины биосферы по-прежнему составляют прокариоты, и только две группы многоклеточных эукариот, завоевавших сушу и экологически между собой тесно взаимосвязанных - высшие растения и грибы, стали вносить существенный вклад в круговорот органического углерода и сопряжённый с ним круговорот кислорода.

Прокариоты не могут вытеснить из биосферы эукариот уже хотя бы потому, что не способны осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции, снабжающие их энергией и необходимыми веществами. В ходе эволюции организмов происходило сужение диапазона возможных "типов питания", то есть определённых комбинаций разных источников углерода и энергии (а при большей детализации - сочетаний разных доноров и акцепторов электронов). На это обстоятельство не раз указывал в своих работах Заварзин, но, кажется, первым, подчеркнувшим его, был выдающийся французский биохимик русского происхождения А. Львов². Так, например, эукариоты не способны окислять неорганические субстраты (не могут быть хемолитоавтотрофами) и фиксировать свободный молекулярный азот. Они целиком зависят от того азота, который ещё раньше был связан прокариотами и переведён ими в доступную для использования форму. Тем не менее одноклеточные эукариоты, несмотря на всю свою "ущербность", в определённой экологической нише были не менее успешны, чем прокариоты. В противном случае они бы не сохранились, проиграв прокариотам в конкуренции за общие ресурсы. То же самое можно сказать и о многоклеточных эукариотах в сравнении с одноклеточными.

Хотя аддитивное становление и возникающая при этом гетеробатмия систем весьма распространены в органическом мире, в некоторых биологических системах комплементарность и взаимная зависимость разных компонентов проявляются столь строго, что представить себе их формирование путём последовательной "сборки" (добавлением нового к старому, давно существующему самостоятельно) весьма трудно. Наличие таких систем, по мнению Заварзина, свидетельствует о невозможности применения принципов дарвинизма к анализу эволюции биосферы. Разъясняя этот тезис, он замечает, что одну экологическую нишу часто занимают как раз виды родственные, но если рассматриваются "трофиче-

ские связи между функциональными группами в сообществе, то оказывается, что *тесно взаимосвязанные, а иногда и прямо взаимозависящие группировки, как правило, представлены филогенетически удалёнными друг от друга организмами*" [20, с. 250]. Иными словами, трудно представить себе, что организмы, выполняющие в сообществе радикально различающиеся функции, могли возникнуть в результате дивергенции некоего исходного типа.

Возвращаясь к этой проблеме в обсуждаемой статье, Заварзин замечает: "Как будто генетическое родство препятствует кооперации", и задаёт сакраментальный вопрос: "Ограничивает ли оно <родство> нежелательный в данном случае горизонтальный перенос генов?" [1, с. 531]. Это абсолютно справедливое замечание. Перенос генетического материала между организмами, выполняющими разные функции, мог бы действительно разрушить такую систему. Но одновременно приходится признать, что имеется некоторое соответствие между происхождением определённой группы организмов и выполняемыми ими окислительно-восстановительными реакциями, то есть функциями в сообществе. Филогения какие-то ограничения всё же накладывает, и, по крайней мере, косвенно Заварзин вынужден будет с этим согласиться.

Примеров разных бактерий, живущих бок о бок и теснейшим образом взаимосвязанных, микробиологам известно много. Один из самых удивительных и часто приводимых - это пара видов, осуществляющих совместно реакцию образования метана из этанола. Первый вид, представитель зубактерий, разлагает этанол и производит ацетат и водород, а второй, представитель архебактерий, использует водород для синтеза метана. Первая реакция термодинамически невыгодна и может идти только при условии немедленного удаления образующегося водорода, что и делает второй микроорганизм. Два вида столь тесно взаимосвязаны, что долгое время фигурировали в научной литературе как один вид *Methanobacillus omelianskii*, и только совершенствование техники лабораторных работ в анаэробных условиях позволило разобраться в этой непростой ситуации.

Объяснить формирование подобных высокоинтегрированных сообществ действительно нелегко, однако нынешнее облигатное сосуществование разных видов вовсе не отрицает возможности их раздельного существования в прошлом. Ведь первые организмы на Земле (на это указывает и Заварзин), могли поддерживаться за счёт однонаправленного потока богатых энергией (восстановленных) веществ, поступающих из глубин Земли. Такова и сейчас обнаруживаемая

² Наверное, все в России хорошо знают портрет матери А. Львова - Марии Симонович. Это двоюродная сестра художника Валентина Серова, героиня его картины "Девушка, освещённая солнцем" (Третьяковская галерея).

"глубинная", или "подземная", биосфера - совокупность микроорганизмов, обитающих под землёй на большой глубине и существующих за счёт окислительно-восстановительных реакций, в которых донором электронов выступает водород, а возможными акцепторами являются углекислый газ или сера. Все эти вещества просачиваются через полости земной коры, и их химическое взаимодействие может быть катализировано микробами. Кроме того, биосфера, по-видимому, всегда была достаточно гетерогенной системой, и микроорганизмы, которые в какой-то момент составили удачную (и потому очень устойчивую) комбинацию, могли до того жить в соседних, но совершенно разных по своим условиям микроместообитаниях.

Эволюция порой создаёт структуры, кажущиеся маловероятными, поскольку трудно представить себе их последовательную сборку при сохранении постоянного "рабочего состояния". И тем не менее они реально существуют. Речь идёт не только о строении организмов, но и о формировании сообществ, базирующихся на системе кооперативных взаимосвязей разных организмов. Таково, к примеру, описанное недавно сообщество нескольких бактерий - эндосимбионтов малощетинкового червя *Olavius algarvensis*, обитающего в верхнем слое донных отложений в Средиземном море [21]. У этого небольшого червя, дальнего родственника обычных дождевых червей, наблюдается крайняя редукция всех внутренних органов: у него нет рта, нет пищеварительного тракта и нет выделительных органов. Зато непосредственно под кожей ткани червя просто нашпигованы бактериями. Их не удаётся выделить в культуру, но использование методов метагеномного анализа, то есть секвенирования тканей червя с последующей статистической обработкой и выделением отдельных геномов, показало наличие по крайней мере четырёх разных видов бактерий. Функции, выполняемые некоторыми из них, удалось выяснить. По-видимому, все они автотрофы, другими словами, используют углекислый газ для синтеза органического вещества, которое и служит пищей для червя, но существуют за счёт разных окислительно-восстановительных реакций. Так, некоторые бактерии восстанавливают сульфаты и, соответственно, образуют сульфиды. Другие, наоборот, окисляют сульфиды и производят сульфаты. Помимо того, что эти бактерии могут снабжать друг друга необходимыми веществами, они способны поглощать их из окружающей среды: сульфаты - из поверхностных слоев донных осадков, а сульфиды - из более глубоких. Таким образом, перемещаясь в грунте, червь меняет источники энергии для бактерий. Кроме того, в тканях червя есть бактерии, утилизирующие продукты его азотного обмена - азот не выводит-

ся наружу, а повторно используется для нужд как самого червя, так и всего консорциума бактерий. Удивительно, что это сообщество нескольких разных бактерий и малощетинкового червя построено по принципу кооперации - разделения функций между разными компонентами. Однако возникло оно, скорее всего, путём аддитивной эволюции.

"Панглосская парадигма". В 1979 г. трудах Лондонского королевского общества вышла статья С. Гулда и Р. Левонтина под необычным названием "Своды (собора) Св. Марка и панглосская парадигма - критика адапционистской программы" [22]. Статья начинается с описания мозаик в соборе Св. Марка в Венеции. В частности, внимание обращено на то, как идеально в пазухи сводов, то есть треугольные в плане участки стен между двумя расходящимися арками и опирающимся на них куполом, вписываются изображения четырёх евангелистов (по одному в каждой из пазух), а под ними - образы четырёх священных библейских рек. Каждая из этих четырёх композиций столь совершенна, что может показаться, будто бы замысел архитектора специально предусматривал создание пазух сводов для расположения на них соответствующих мозаичных панно. Гулд и Левонтин намеренно рассматривают далёкий от биологии пример, чтобы показать абсурдность адапционистского подхода - подхода, трактующего любой признак организма как адаптацию. Ведь очевидно, что пазухи сводов - это побочное следствие конструкции здания, способа сочленения его основных несущих элементов. Автор мозаичных панно должен был исходить из тех плоскостей, которые задавались архитектурным решением собора. То были ограничения, подобные тем, что обычны в морфологии и физиологии организмов.

Адапционистский подход в своём крайнем выражении был высмеян ещё Вольтером в его повести "Кандид", сочинённой в 1758 г. Один из её героев, доктор Панглос, преподавал "метафизико-теолого-космологонигологию" и "замечательно доказывал, что не бывает следствия без причины". Он говорил: "Доказано, что всё таково, каким должно быть; так как всё создано сообразно цели, то всё необходимо и создано для наилучшей цели. Вот, заметьте, носы созданы для очков, потому мы и носим очки. Ноги, очевидно, назначены для того, чтобы их обувать, вот мы их и обуваем. Камни были сотворены для того, чтобы их тесать и строить из них замки, и вот монсеньор владеет прекраснейшим замком; у знатнейшего барона всего края должно быть наилучшее жильё..." [23, с. 150]. "Панглосская парадигма" - это и есть карикатура на адапционистский подход, который, как отмечают Гулд и Левонтин, был

весьма характерен для многих работ в области эволюционной биологии, прежде всего выполненных в Америке и в Англии. В континентальной Европе большей популярностью пользовались идущие ещё от Гёте идеи "плана строения".

Сразу подчеркнём, что Заварзина никак нельзя упрекнуть в приверженности "панглосской парадигме". Не раз отмечая в своих работах, что "обитаемость предшествует обитанию, как возможность реализации" [1, с. 528], он фактически солидаризируется с Гулдом и Левонтином, растолковывающим сторонникам адапционизма, что сначала здание собора, а потом уже мозаики на сводах. Но среди российских экологов идея о целесообразном выполнении разными организмами тех или иных "биогеоценологических функций" очень популярна. Нередко говорится, например, о "роли" паразитов и хищников в поддержании природного равновесия, которое будто бы свойственно любой популяции, сообществу (биоценозу), экосистеме (биогеоценозу) и биосфере в целом. Но тогда можно говорить и о целесообразности появления на арене биосферы современного человека, создавшего технологию по возвращению в глобальный круговорот того углерода, который когда-то был связан в виде органического вещества продуцентами, но в силу тех или иных причин стал недоступным для редуцентов и остался в виде отложений, которые мы называем "ископаемым топливом". Приверженность "панглосской парадигме" неумолимо ведёт к таким выводам. Но нужно ли реанимировать взгляды, высмеянные Вольтером ещё в середине XVIII столетия? Не проще ли отказаться от теологической аргументации и в соответствии с "правилом Оккама" не плодить сущности сверх надобности, а "функции", устанавливаемые системой более высокого ранга, например биосферой, для выполнения теми или иными организмами, рассматривать не как "целевые установки", а как некие *возможности* (свободные ниши), которые используют для своей экспансии организмы, согласно классическим дарвиновским принципам.

Эволюционный взгляд на мир живых организмов (а биология, даже молекулярная, - это всё же наука об организмах, а не о мифическом "живом веществе") позволяет не просто упорядочить окружающий нас мир, но и даёт возможность увидеть его принципиально по-новому - стереоскопически, потому что к пространству добавляется *время, измеряемое чередой поколений*. "Стереоскопически" я понимаю не буквально, а как некий образ прорыва в другое измерение. Ведь, наверное, каждому знакомо то восходящее к детству

чувство радостного удивления, которое испытываешь, когда, пытаясь рассмотреть пару снимков, сделанных стереоскопическим аппаратом, сначала видишь только плоское изображение, а потом, отодвинув картинку на нужное расстояние, *вдруг* добиваешься волшебной объёмности. Эту уже имеющуюся у нас возможность видеть мир стереоскопически мы, может быть, не всегда осознаём. Признавая, что вся биосфера (как глобальная биогеохимическая машина) и вся биота (как совокупность всех живых организмов) - плоды уже совершившейся эволюции, мы порой забываем, что механизмы, двигавшие этой эволюцией, вовсе не перестали работать. Организмы по-прежнему размножаются, особи по-прежнему оказываются неодинаковыми в своей способности выжить и оставить потомство, и среди них по-прежнему происходит естественный отбор.

Не столь уж важно, можем мы проследить этапы предшествующей эволюции какой-то группы организмов, как, например, в случае современных слонов и приматов, или не можем, как в случае цианобактерий (впрочем, и других групп прокариот, а также примитивных эукариот). Само по себе это не повод сомневаться, что и те и другие возникли естественным образом и прошли некий эволюционный путь. Не повод сомневаться и в том, что и те и другие достаточно хорошо приспособлены к окружающей среде, чтобы продолжать существовать в этом мире и делать себе подобных из материала окружающей среды. И не повод сомневаться в том, что и те и другие открыты для действия дарвиновского механизма эволюции. Наблюдаемое биологами взаимодействие организмов разных групп, только прокариот или прокариот и эукариот, может быть чрезвычайно сложным, кажущимся почти невероятным. Однако из этого вовсе не следует, что рациональное объяснение формирования такого взаимодействия невозможно в рамках классической эволюционной парадигмы.

Наивным упрощением было бы сведение всего, что даёт биологу эволюционный подход, к поиску происхождения тех или иных организмов в надежде объяснить таким образом их функционирование в современной биосфере. Возможности эволюционного подхода неизмеримо шире, а вот отказываясь от него, мы невольно возвращаемся в мир додарвиновской биологии, который, строго говоря, был ещё миром не биологии, а естественной истории. То был мир весьма совершенный, гармоничный и хорошо сбалансированный. Все организмы занимали в нём своё надлежащее место и выполняли свои функции, направленные на поддержание "природного равновесия". Но само это природное равновесие рассматривалось не как эпифеномен, не как результат взаимодей-

ствия популяций разных организмов, решающих свои "эгоистичные" задачи (делать как можно больше себе подобных из материала окружающей среды), а как некая установка, заданная "сверху" - Творцом [24]. 'Естественная история превосходно справлялась с задачей упорядочивания огромной информации о множестве организмов, она предлагала своё объяснение распределению ролей в экологическом театре, но в этом театре не было развивающегося во времени представления (а само время, если и было, то только циклическое). То был мир, лишённый "стереоскопичности". Нужно ли нам в него возвращаться?

Работа поддержана грантом РФФИ № 04-04-49623 и №07-04-00521.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Заварзин Г.А.* Составляет ли эволюция смысл биологии? // Вестник РАН. 2006. № 6.
2. *Dobzhansky T.* Nothing in biology makes sense except in the light of evolution // The American Biology Teacher. 1973. V. 35. P. 125-129.
3. *Losos J.B., Schoener T.W., Langerhans R.B., Spiller D.A.* Rapid temporal reversal in predation-driven natural selection // Science. 2006. V. 314. P. 1111.
4. *Van Valen L.* A new evolutionary law // Evolutionary Theory. 1973. V. 1. P. 1-30.
5. *Elena S., Lenski R.* Evolution experiments with microorganisms: the dynamics and genetic bases of adaptation // Nature Reviews Genetics. 2003. V. 4. P. 457-469.
6. *Levin B.R., Bergstrom C.T.* Bacteria are different: observations, interpretations, speculations, and opinions about the mechanisms of adaptive evolution in prokaryotes // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2000. V. 97. P. 6981-6985.
7. *Tilman D.* Constraints and tradeoffs: toward a predictive theory of composition and succession // Oikos. 1990. V. 58. № 1. P. 3-15.
8. *Гиляров А.М.* Становление эволюционного подхода как объяснительного начала в экологии // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64. С. 3-22.
9. *Stich H.-B., Lampert W.* Growth and reproduction of migrating and non-migrating *Daphnia* species under conditions of diurnal vertical migration // Oecologia. 1984. V. 61. P. 192-196.
10. *Loose C.J., Dawidowicz P.* Trade-offs in diel vertical migration by zooplankton: the costs of predator avoidance // Ecology. 1994. V. 75. P. 2255-2263.
11. *Cooper V.S., Lenski R.E.* The population genetics of ecological specialization in evolving *Escherichia coli* populations // Nature. 2000. V. 407. P. 736-739.
12. *Czárán T.L., Hoekstra R.F., Pagie L.* Chemical warfare between microbes promotes biodiversity // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2002. V. 99. P. 786-790.
13. *Lenski R.E., Riley M.A.* Chemical warfare from an ecological perspective // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2002. V. 99. P. 556-558.
14. *Щербаков В.П.* Эволюция как сопротивление энтропии. I. Механизмы видового гомеостаза // Журнал общей биологии. 2005. Т. 66. С. 195-211.
15. *Щербаков В.П.* Эволюция как сопротивление энтропии. II. Консервативная роль полового размножения // Журнал общей биологии. 2005. № 4.
16. *Заварзин Г.А.* Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003.
17. *Brasier M.D., Green O.R., Jephcoat A.P. et al.* Questioning the evidence for Earth's oldest fossils // Nature. 2002. V. 416. P. 76-81.
18. *Докинз Р.* Эгоистичный ген. М.: Мир. 1993.
19. *Тахтаджян А.И.* Principia tektologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход. СПб.: СПХФА, 2001.
20. *Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н.* Введение в природоведческую микробиологию. М.: Книжный дом "Университет", 2001.
21. *Woyke T., Teeling H., Ivanova N. et al.* Symbioses in sights through metagenomic analysis of a microbial consortium // Nature. 2006. V. 443. P. 950-955.
22. *Gould S.J., Lewontin R.C.* The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme // Proc. R. Soc. Lond. Ser. B. 1979. V. 205. P. 581-598.
23. *Вольтер.* Кандид, или оптимизм / Пер. Ф. Сологуба // Вольтер. Философские повести. М.: Художественная литература, 1978.
24. *Limoges C.* Introduction // Linné C. L'équilibre de la nature. Paris: Vrin, 1972. P. 7-22.

АРИАДНИНА НИТЬ ИЛИ ПАУТИНА АРАХНЫ?

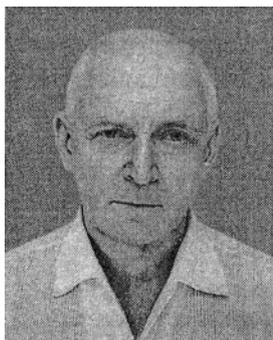
Г. А. Заварзин

Прежде всего хочу подчеркнуть, что статья Алексея Меркурьевича Гилярова представляется мне образцом научной дискуссии, как по тону, так и по аргументации. Более того, Гиляров вполне основательно обсуждает и вопросы, оставшиеся не высказанными прямо в моей статье. Он совершенно прав, говоря, что задачей статьи было возбудить сомнения в устоявшихся представлениях. Именно сомнение отличает учёного от преподавателя, обязанного сообщить принятые истины. Гиляров защищает устоявшиеся взгляды на эволюцию и конкуренцию как её основной двигатель. В заключение он прозорливо обвиняет меня в возврате к натурфилософии и взглядам на мир как на нечто в данный момент неизменное. *А остаётся А*, хотя бы пока я о нём думаю. Должен сразу согласиться, что в отношении строгости рассуждений у меня все симпатии на стороне логиков высокого средневековья, у которых нет необходимости искать элементарные логические ошибки, чаще всего подмену предмета обсуждения (*ignoratio elenchi*) в построениях. Строгость мышления принципиально несовместима с либеральным образом мыслей, хотя отнюдь не означает согласия с господствующим мнением.

Далее, находясь в здравом уме (память, правда, на определённом этапе жизненного цикла заставляет прикрываться утверждением К. Поппера, что ссылка не есть аргумент), я не собираюсь отрицать эволюцию, представляющую собой фундаментальный экспериментальный факт естествознания. Напротив, как экспериментатор я пытаюсь разобраться в туманном палеопротерозойском прошлом с помощью актуалистической бактериальной палеонтологии [1]. Другое дело *глобальный эволюционизм* как универсальное

объяснение всего существующего. В природе всё имеет своего предшественника, исходный материал. Каждая вещь произошла из чего-то вещественного. В мире вещей *ничто* не может породить *ничто*. (В сознании это иногда происходит.) Вопрос для меня состоит в том, является ли ссылка на вероятного предшественника причинным объяснением свойств ныне существующего? В поисках ответа на этот вопрос для единичного объекта приходится рассматривать два набора возможностей: свойств предшественника и условий нынешнего существования. Глобальный эволюционизм с универсальной дарвиновской триадой изменчивости, наследственности, естественного отбора растягивает эти понятия далеко за их первоначальные пределы биологической эволюции. Метафорический язык опасен для науки (как и ирония, ибо всегда найдутся последователи, которые её поймут прямо). Термин "эволюция" в научной литературе вытеснил термин "развитие". Идея развития была внесена в мировоззрение и философией, и описательным (не экспериментальным!) естествознанием до эволюционизма. В универсальном эволюционизме аналогия подменяет закономерности каждого уровня. Служит ли аналогия универсальным законом сознания для описания явлений природы? Ответ нельзя дать в общей форме. Тем более нельзя считать аналогией тем универсальным законом, к каким можно отнести математические закономерности.

Разумеется, я не собираюсь отрицать конкуренцию в мире бактерий между видами и штаммами за занятие определённой ниши. Я только утверждаю, что возможность предшествует осуществлению, в биологии - ниша предшествует классификационному таксону. Это очевидное явление может быть иллюстрировано многочисленными фактами не только для высших организмов, хотя преимущественное внимание к миру животных ("зооцентризм" как отзвук антропоцентризма) вызывает настороженность возможностью введения систематической ошибки в подсознание. Точно также настороженность вызывает и преимущественное внимание к половому процессу. Конкуренция в мире бактерий нагляднее всего иллюстрируется конкуренцией по скорости их размножения в зависимости от концентрации питательного субстрата в хемостате. При этом забывают, что это - конкуренция против



ЗАВАРЗИН Георгий Александрович - академик, заведующий лабораторией Института микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН.

вымывания клеток из аппарата, от которой они могут уйти, перейдя в состояние биоплёнки. Является ли иллюстрация доказательством? Только в ограниченной степени, если исключена ошибка при переходе от частного к общему. Но конкуренция возможна между подобным, а задача состоит в поисках путей возникновения разнородного, в моём случае - функционального биоразнообразия как условия существования множественного в качестве целостности.

Сообщество представляет собой иную область, нежели входящий в него вид. Дивергенция не может служить универсальным объяснением для сосуществования разнородного, в мире бактерий в особенности. Слово "возникновение" предполагает идею развития. Но смысл состоит не в возникновении, а в существовании. Термин "выживание" ещё жёстче. Смысл естественного отбора заключается в выживании наиболее приспособленных. Приспособленных к чему? Приспособление сразу же вводит понятие функциональной целесообразности. Именно с ней я и пытаюсь разобраться. Выживание эволюционно первичных организмов - очевидный факт. Менее очевидно, что существование примитивных есть условие существования эволюционно продвинутых.

Целесообразность составляет следующий пункт возражения Гилярова. Наблюдаемая целесообразность существующего была основным аргументом додарвиновского естествознания. Её приписывали творческому разуму. Для профессионального естествоиспытателя выход за пределы реального означает нарушение разрешённой естествознанием логической структуры. Отрицание творческого разума привело к пустоте, к Ничто, как обозначили логику материалистических взглядов исследователи сознания [2, 3]. Дарвинизм как мировоззрение заполнил это Ничто случайностью. В эволюционной биологии случайность называли мутацией, и всё свели к генетике. Возникло представление о движущих силах развития от индивидуального изменения "снизу вверх" (bottom up), то есть восходящей причинности. Она и составляет суть дарвинизма как мировоззрения. Обвинение в признании целесообразности, телеологии, есть обвинение в фундаментальной ереси, чуть ли не в отрицании материализма.

Однако разберёмся, что такое цель. Я придерживаюсь представления, что цель существующего есть существование. Формулировка - в иных словах - принадлежит М. Хайдеггеру в его скептическом разборе представлений о бытии и времени. Иначе можно говорить о "целевой функции системы", но это уже спор о словах. В результате всё существующее целесообразно. Вот по этому пункту Гиляров напрасно ссылается на Вольтера.

Ссылки на него крайне поверхностны. Отрицание целесообразности существующего означает признание его нецелесообразности. После такого отрицания никакой естественный отбор не нужен. В биологии найти нечто нецелесообразное очень непросто, а несовместимое с существованием, по-видимому, вообще нельзя, хотя есть множество примеров несущественных признаков, для которых соображение целесообразности, по меньшей мере, неочевидно.

Тезис "существует всё, что может существовать" ограничивает действие отбора, а в качестве движущей силы для возникновения разнообразия допускает возможность постепенного усложнения. Такой вариант возникновения "прогрессивного" разнообразия следует иметь в виду. Но он вводит по отношению к дарвинизму совсем иную логику - порядка, о котором и говорили средневековые наблюдатели. Вольтеру, принимая его саркастическую иронию, отказывали в практической прозорливости Фридрих Великий и Екатерина Великая. А оба великих государственных думали по мере сил целесообразно. Итак, для того чтобы понять, почему мир - в моём случае мир бактерий - существует, я должен рассуждать, исходя, как минимум, из кажущейся целесообразности, телеономически. Но почему кажущейся? Может быть, наблюдаемой в действительности?

Вопрос состоит в том, чем заполнить пустоту, как достичь наблюдаемой организованности или целесообразности? В своих статьях я говорил об иерархической организации системы "сверху вниз", когда вмещающее диктует вмещаемому возможности осуществления. При обсуждении биосферных проблем такой подход оказывается вполне конструктивным. Построение идёт "сверху вниз" (top down). В.И. Назаров точно назвал этот подход "нисходящей причинностью" [4, с. 437]. Нисходящая причинность достаточна для объяснения наблюдаемой целесообразности без привлечения внешних по отношению к системе сил. Такую логику яростно отрицают философы-дарвинисты, как отрицают они и функциональное рассмотрение разнообразия, и кооперацию, предполагающую пространство возможностей, и взаимодействие разнородного, ограничивая эволюцию филогенией. Функциональный аспект требует в первую очередь рассмотрения взаимодействий и перехода от единичного к множественному, а сосуществование множественного как целостного влечёт за собой целесообразность. Разумеется, такой подход не исключает влияний "снизу вверх", порождающих в биосферном масштабе биогеохимическую сукцессию. Отрицание функционального подхода характерно для философов, которые опираются на утверждение индивиду-

альности потому именно, что в этом случае можно избежать понятия целесообразности. Центральным понятием в их построениях оказывается генетика, а эволюция - производным от неё. Кстати, Назаров замечает, что генетикой определяется преимущественно сохранение результатов эволюции. Сводима ли эволюция к генетическим изменениям и их наследованию?

Устоявшиеся взгляды на биологическую эволюцию ведут к филогении как её синониму. Именно филогения служит нитью Ариадны. Для биологов-эволюционистов подсознательным корпусом знаний служит разнообразие высших организмов, которые развиваются в сложившейся биосфере и несут в себе множество внутренних ограничений. Построение филогении всё ещё имеет своей мысленной целью человека и не позволяет избавиться от антропоцентризма. Между тем критические для биосферы и для понимания эволюции явления происходят на уровне низших организмов - от протист и паразоа в море и грибов на суше. Образуя скелеты, низшие организмы меняют циклы кальция и кремния и влияют на биогеохимическую сукцессию в глобальных масштабах. Уже накоплен обильный микропалеонтологический материал о палеонтологии низших организмов, начиная с раннепротерозойских амёб *Testacea*. Но этот материал не нагляден для обывателя. Кроме того, низший слой биологического разнообразия отличается и правилами игры: здесь распространены разного рода симбиотические отношения с созданием консорциумов, иные, чем половой процесс, способы размножения играют существенную роль в жизненном цикле. При переходе от дифференцированных организмов к низшим вертикальная структура системы сменяется горизонтальной комбинаторикой. Здесь нить Ариадны переходит в паутину Арахны*.

На публикацию статьи о значении эволюции Гиляров откликнулся немедленно. Значит, свою задачу статья выполнила, вызвала сомнения. Немедленное несогласие означает осмысление от противного. А осмысление означает наличие мысли. Отсюда один шаг до признания - под другим углом зрения и своими словами. К сожалению,

* Арахна (греч., букв. паука) - в греческой мифологии девушка из г. Колофона, славившаяся как искусная ткачиха и вышивальщица. Гордясь своим мастерством, она вызвала на состязание богиню Афину, которая предупредила её о необходимом смирении перед богами. Арахна не вняла совету, состязание состоялось, ткани были сотканы, но разгневанная богиня разорвала произведения Арахны и ударила её челноком. Та в горе повесилась. Однако Афина вынула её из петли и превратила в паука, обречённого вечно ткать свою паутину. — *Ред.*

нию, вторая статья "Бытие и развитие: эволюция, сукцессия, хаэссеитас" (Вестник РАН. 2007. № 4. - *Ред.*) не была известна Гилярову, когда он писал свою критику. Она вызвала бы ещё большие обвинения в средневековых взглядах, согласно которым существует только настоящее. Но только настоящее обладает действительностью и ограничивает пределы взаимодействий в системе тем, что имеет быть "здесь и сейчас" (принцип хаэссеитас).

Насколько оправдан перенос фокуса внимания с вещественных объектов на их взаимосвязи? Взаимодействие происходит в пределах конкретного временного среза, который определяется не только текущим мгновением абсолютного времени, но и сроком существования объекта (объектов). Прошлое обладает лишь той реальностью, которая существует в настоящем, как вышли из прошлого месторождения ископаемых.

Впрочем, я закончил упорядочение для себя общих представлений с позиций "глобального микроцентризма" и не предполагаю дальнейших публикаций, оставляя их критикам "кривые толки, шум и брань". Надеюсь, читатель извинит германизмы в моём изложении, в частности использование прилагательных как существительных, что указывает на происхождение взглядов. Более того требует извинений то обстоятельство, что в моей заметке отсутствуют прямые сведения, которые можно принять, не думая.

В заключение хочу выразить глубокую благодарность Алексею Меркурьевичу Гилярову за столь элегантно представленное несогласие с моими взглядами и засвидетельствовать самые тёплые чувства по отношению к моему критику. Не рискую выразить благодарность ни одному грантодателю, потому что изложенные еретические взгляды могли бы его компрометировать, но благодарю рецензентов "Вестника РАН" за терпимость к ним.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Розанов А.Ю., Заварзин Г.А.* Бактериальная палеонтология // Вестник РАН. 1997. № 3.
2. *Сартр Ж.П.* Опыт феноменологической онтологии. М.: Терра, Республика, 2002.
3. *Хайдеггер М.* Ницше и пустота. М.: Алгоритм; ЭКСМО, 2006.
4. *Назаров В.И.* Эволюция не по Дарвину: смена эволюционной модели. Уч. пособие. М.: КомКнига, 2005.