

7

О некоторых аналогиях между эволюцией экосистем и развитием экономики: от А. Смита и Ч. Дарвина до новейших идей

Э. Лекавичюс

Введение

Думаю, мало кто из биологов сомневается в том, что за миллиарды лет, в течение которых развивалась на Земле жизнь, локальные и глобальные круговороты веществ претерпели существенные изменения. На заре жизни они были, наверное, намного проще, чем теперь. Вряд ли следует сомневаться и в том, что росло и разнообразие организмов, участвующих в этих круговоротах. Поэтому, казалось бы, мы имеем полное право говорить не просто об эволюции видов, но также и об эволюции экосистем и только им присущих признаков.

Однако в современных учебниках, посвященных эволюции (например, Ridley 1996; Futuyma 2005), нам не удалось бы найти хотя бы несколько абзацев, описывающих эволюцию экосистем. Ф. Голли (Golley 1993), широко известный историк науки, пишет, что большинство эволюционистов считают словосочетание «эволюция экосистем» неудачным, ибо такого рода эволюции в природе нет.

Это отнюдь не значит, что эволюционисты склонны отрицать сам факт, что экосистемы (круговороты веществ) видоизменялись на протяжении этих нескольких миллиардов лет. Многие из них считают, что эволюция экосистем является ничем иным, как побочным результатом эволюции организмов и видов. Сами же экосистемы, утверждают они, эволюционировать не могут, поскольку они не размножаются, не конкурируют между собой. Они не подвержены дифференциальному выживанию, трудно говорить и об их наследственной изменчивости. Словом, экосистема в отличие от индивида не может служить единицей отбора, так что и эволюционное развитие ее признаков не может быть реализовано прямым путем.

И все-таки часть палеобиологов и эволюционистов (например: Walker 1980; Лекавичюс 1986; Lekevičius 2002; Leigh, Vermeij 2002; Vermeij 2004) не сомневаются, что признаки экосистемы могут эволюционировать, хотя экосистема и не является единицей отбора. На естественный отбор и его результаты оказывают действие не только внутривидовые, но и межвидовые отношения, утверждают сторонники идеи эволюции экосистем. Более

того, сам отбор подвластен тем ограничивающим факторам, которые образуются при взаимодействии сосуществующих видов, а также их взаимодействии с абиотической средой. Дело в том, что виды не являются самостоятельными в контексте функционирования. Они просто вынуждены координировать любые свои действия, в том числе и в ходе эволюции. Именно благодаря этим ограничивающим факторам хаос генетической изменчивости обычно не способен повредить устоявшемуся экосистемному круговороту веществ или разрушить присущие экосистеме экологические пирамиды (Лекавичюс 1986; Lekevičius 2002). Некоторые исследователи (Leigh, Vermeij 2002; Vermeij 2004) склонны усматривать аналогии между эволюцией экосистем и развитием экономики. Они утверждают, что уровень жизни члена капиталистического общества, его успех на рынке рабочей силы, изделий и услуг зависят от наследственных способностей, а также его инициативы. Хотя индивидуумы обычно озабочены только своей собственной пользой, каким-то странным образом с течением времени произошло обогащение как всего общества, так и каждого его члена. Из «борьбы за существование», из безжалостного, дикого капитализма в течение нескольких столетий сформировалось общество почти всеобщего благоденствия.

Число сторонников такой аналогии увеличилось после того, как было доказано (Schweber 1977; 1980; Gould 1980; Carey 1998), что Дарвин тоже знал о ней и использовал ее при создании своей теории эволюции. Более того, создается впечатление, что на его эволюционные взгляды повлиял не только Т. Мальтус, но, может быть, даже в большей степени другой экономист — Адам Смит. Именно у него Дарвин перенял мысль, что из борьбы за существование необязательно должно следовать только зло, что «экономика природы» приводит себя в порядок сама, без воздействия «сверху». Обо всем этом я и попробую по возможности основательно рассказать в этом эссе, поскольку подозреваю, что большинству читателей эти факты неизвестны. Затем будет обсуждена обоснованность аналогий указанного типа, а также возможное их воздействие на развитие эволюционной биологии.

1. Чем Адам Смит мог заинтересовать Дарвина?

Нет никакого сомнения в том (Schweber 1977; 1980), что Дарвин в период создания своей теории читал труды Адама Смита (1723-1790), шотландского экономиста и философа, в том числе его «Богатство народов» (Smith 1961). В этой работе А. Смит впервые теоретически обосновал систему капиталистической экономики. Позднее идеи Смита получили дальнейшее развитие в трудах И. Бентама (1748-1832) и Дж. С. Милля (1806-1873). Теперь попробуем проследить, чем могла заинтересовать Дарвина доктрина капитализма свободной конкуренции.

Для капитализма характерна частная собственность на средства производства, а также почти ничем не ограниченная свобода деятельности: производства, предложения и покупки, в том числе рабочей силы и земли. Так что капитализм это общество, превращенное во всеобъемлющий рынок. Согласно Смиту (Smith 1961) и его последователям, капитализм начинается тогда, когда прибыль идет не на увеличение роскоши собственника, а на дальнейшее развитие производства, чтобы получить еще большую прибыль. Смит исходит из того, что отдельный человек больше всего заботится о своем благосостоянии, и ради него он может даже идти на обман или воровство. Однако большинство членов общества, конечно, предпочитают что-нибудь производить или предлагать услуги. Существуют по крайней мере четыре способа честного образа жизни и такого же накопления богатства:

- ты делаешь то, что до тебя осуществляли и другие, но делаешь лучше и по возможности дешевле (1);
- разделяешь мирным путем ту же нишу со своим конкурентом, этим оба вы достигаете более глубокой специализации (2);
- становишься новатором, начинаешь производить или предлагать как услугу то, что до тебя никто не делал, при этом, конечно, полагая, что новый товар или услуга не останется без спроса (3);
- переносишь производство или свои услуги в другую местность, где конкурентов меньше (4).

Во всех этих случаях, пишет Смит, от такой активности выигрывает и сам индивидуум, и общество. Конечно, успех одних часто автоматически означает неудачу других, конкурентов, и этого исхода избежать нельзя. Однако именно эта угроза - потерять рабочее место или прибыль - и не дает членам капиталистического общества «заснуть на лаврах». Говоря метафорически, чтобы оставаться хотя бы на том же месте, они должны постоянно бежать. А это не может не стимулировать производство и развитие. И все-таки в капиталистическом обществе больше всего выигрывают те, кто увеличивает прибыль с наибольшей скоростью. Остальные получают меньше выгод, а иногда становятся банкротами. Однако все зависит только от рынка, винить в этом кого-нибудь еще, например правительство Великобритании, нет никакого смысла. «Свободой» стать банкротом «пользуются» только ненаходчивые и недеятельные индивидуумы, утверждал А. Смит.

Чтобы сделать эти утверждения великого шотландца более понятными теперешнему читателю, приведу несколько примеров из истории той же Великобритании. Спустя несколько десятилетий после изобретения в 1825 г. паровоза пассажирские коляски и кареты потеряли значительную долю своей популярности, а многие извозчики и каретники - работу. Железнодорожный транспорт создал немалое количество новых рабочих мест («ниш»): для производителей паровозов, технических работ

ников, а также для рабочих-железнодорожников. Похожие тенденции сопровождали и внедрение других новшеств: керосина и бензина, электричества, телеграфа, телефона, радио и др. Инновации, по идее, должны были удовлетворить потенциальный спрос и обогатить в первую очередь самих изобретателей, но от новшеств больше выгод получили не они, а капиталисты. Конечно же, выигрывали и те, которые ухитрились первыми занять рабочие места, создаваемые капиталистами. Часть полученной прибыли шла на интенсификацию производства, так что цивилизация продвигалась вперед семимильными шагами.

Как пишет Смит (Smith 1776), только неспециалисту может показаться, что именно капиталист по-настоящему является хозяином положения. Ничего подобного. Рабочие имеют право «голосовать» за того или другого работодателя путем передвижения из тех мест, где заработки низкие, в те, где они повыше или условия труда являются более здоровыми. Избыток рабочей силы в каком-нибудь месте, конечно, может вызвать падение заработков, однако сами рабочие влияют на процесс, перемещаясь из одних мест в другие. Истощение какого-нибудь ресурса, например меди, автоматически поднимает цены на него, в то время как обнаружение новых запасов меди или замена меди на другой, более дешевый или более качественный, материал дает обратный результат. Потребители также голосуют своими деньгами за или против того или иного изделия или услуги. Если товар или услуга их не удовлетворяет, они тем самым вынуждают какого-то производителя или представителя сферы услуг всячески совершенствоваться. Поскольку каждый производитель является вместе с тем и потребителем, образуется всеобъемлющая саморегулирующаяся сеть, называемая рынком.

Способности и склонности людей различаются, пишет далее Смит, поэтому трудно избежать неравенства в потреблении. Однако альтернативы конкуренции не существует, она и только она одна является мощнейшим стимулом к действию и незаменимым источником общественного прогресса. Другой источник прогресса -- это разделение труда, специализация. Мастер на все руки отнюдь не самый желаемый товар на рынке труда. Наоборот, в век машинного производства, когда производительность и качество продукции становятся одной из наиболее предпочитаемых целей, от которых зависит успех в конкурентной борьбе, каждый производитель или представитель сферы услуг должен стремиться к совершенству в выбранной им области. До такой степени, когда рабочий весь день повторяет одну и ту же операцию, но делает это быстро и безошибочно. Вот почему ту работу, которую в неразвитых странах часто выполняет всего один или несколько человек, в Англии обычно проделыва-

вают сотни людей, каждый из которых является специалистом узкого профиля. Конечно, в свободном обществе должна существовать, по крайней мере в теории, возможность каждому выбрать такую профессию и занятие, которое наиболее соответствует его наклонностям и способностям.

Обобщая, можно утверждать, как это делает и сам Смит, что капиталистическая экономика не нуждается в управлении, она проделывает это сама, без вмешательства извне. Что, где, когда и сколько производить или купить, никто лучше не ведает и не знает, кроме как сами производители и покупатели. Инициатива и право решать принадлежит индивидуумам, и хотя ни один из них, как правило, не преследует каких-либо других целей, кроме своих собственных, все общество, направляемое как будто невидимой рукой, неминуемо продвигается по направлению к всеобщему изобилию. Эта концепция получила известность как парадокс персональных пороков и общественных выгод.

2. Ч. Дарвин умышленно приспособил доктрину А. Смита для объяснения эволюции?

Как хорошо известно, Ч. Дарвин, путешествуя на «Бигле», накопил немало ботанического, зоологического и палеонтологического материала, который вынудил его подвергнуть сомнению догму неизменности видов. Однако даже по возвращении из путешествия его еще долгое время мучили вопросы: каким образом могут изменяться виды и как из одних видов возникают другие. Во время плавания, в дикой природе он, конечно, не мог наблюдать прямым образом эволюционных сдвигов, они слишком медленны, и Дарвин это хорошо понимал. Немногим в этом отношении могли помочь и окаменелости.

Оставался один путь, которым Дарвин и воспользовался: искать ответ, углубляясь не в прошлое, а в настоящее. Он берет на вооружение еще Ч. Лайелем провозглашенный принцип актуализма (= униформизма): «Настоящее это ключ к прошлому». С течением времени изменялись признаки организмов, но не законы природы, поэтому вовсе нет нужды движущие силы эволюции искать в прошлом - они действуют по сей день и здесь.

Дарвину многое проясняется после ознакомления с опытом, накопленным селекционерами. Итак, заключает он, признаки организмов можно изменять при помощи отбора. Конечно, отбор может быть успешным только в том случае, если в избранном селекционном материале имеется изменчивость и если эти различия между особями носят (хотя бы отчасти) наследственный характер. Но кто производит отбор в природе? При попытке найти ответ он (может быть, случайно) наталкивается на идеи Т. Мальтуса, известного экономиста и социолога, на его книгу о росте народонаселения и возникающей из этого борьбе за ресурсы. У Дарвина воз-

никла мысль, что не только люди, но и растения и животные тоже «борются» за пространство и другие ресурсы, а в этой борьбе, конечно же, должны побеждать сильнейшие. Фактов, говорящих о наличии такой «борьбы», в изобилии было и у самого Дарвина. Некоторая неясность имела насчет того, кто с кем «борется»: представители того же вида между собой или разные виды. Позже, однако, Дарвину стало ясно, что все-таки наиболее интенсивно конкурируют между собой особи одного вида, хотя особи разных видов часто конкурируют тоже. Отбор производят те же факторы, которые предотвращают и рост численности особей: дефицит пищи, конкуренты, хищники, паразиты и неблагоприятные климатические условия.

Таким многим из нас мог представляться тот путь, который прошел Дарвин, прежде чем взяться за «Происхождение видов». Однако, похоже, что до окончательной ясности ему не хватило еще одного немаловажного звена. Если в природе господствует «борьба» и более слабые раньше или позже все равно вытесняются, как объяснить то разнообразие жизненных форм, которое мы наблюдаем вокруг себя? Ведь если виды только конкурируют между собой, самым логичным исходом следовало бы считать наличие одного вида, в «борьбе за существование» победившего остальные и завладевшего огромной территорией. Т. Мальтуса вряд ли можно было считать пророком благосостояния и гармонии: на основании своей теории он предрекал Европе скорый голод и войны. Таким образом, было тяжело, а может, даже и невозможно, из «борьбы за существование» вывести объяснение видовому разнообразию, а также множеству фактов сотрудничества и даже облигатной зависимости между видами. Конечно, можно было сослаться на Бога, ведь в этой поистине божественной красоте и изобилии, присущим живой природе, действительно можно было заподозрить Его присутствие. Но эта мысль не вмещалась в мировоззрение Дарвина, и он ее отбросил.

Решение проблемы он находит при чтении трудов по политической экономике, из которых наибольшее впечатление на него производит теория Адама Смита (Smith 1961). Такой вывод был сделан на основе анализа записных книжек Дарвина (Schweber 1977; 1980; Gould 1980; Carey 1998). Дарвин убеждается в том, что экономика не должна регулироваться «сверху», она это проделывает сама, направляемая частной инициативой и стремлением индивидуума достичь как можно большей пользы для себя лично; благосостояние общества может быть достигнуто за счет одной лишь конкуренции. При чтении Смита он, скорее всего, обращает внимание на то, что прогресс в экономике может быть обеспечен только путем увеличения производительности, а она неотделима от разделения труда, специализации. Разделение труда - это основа экономического прогресса, утверждал Смит.

Видимо, резюмирует Дарвин, можно провести некоторую аналогию между природой и экономикой. И в природе, и в экономике порядок и прогресс могут быть обеспечены самопроизвольно, без привлечения специальных органов, предназначенных для управления. Как в дикой природе, так и в обществе из конкуренции необязательно должно следовать одно лишь зло. Примерно так, как в экономике интенсивная конкуренция и нужда заставляют людей искать новые рынки сбыта или способы производить новые продукты, так и виды дивергируют, занимая разные «места в экономике природы» (Darwin 1872: 87; здесь и далее переводы цитат взяты из: Дарвин 1939). Заняв разные места, они не только перестают конкурировать, но и начинают дополнять один другого, а иногда даже сотрудничать в прямом смысле слова. От такого разделения труда должны выигрывать все виды.

Таковыми или схожими могли быть перипетии создания эволюционной теории, если верить материалам, обнародованным историками науки и методологами. Использованный Дарвином актуалистический и связанный с ним дедуктивный методы были, наверно, единственными возможными в его ситуации, и он их надлежащим образом применил.

Однако тщетно искать в «Происхождении видов» хотя бы ссылку на А. Смита. Это не должно нас удивлять, с Дарвина хватило одного экономиста Т. Мальтуса. Заимствование чужих идей, да еще не из естественных наук, не является признаком хорошего тона для любого биолога по сей день. Тем более что в глазах читателя Дарвин желал остаться сторонником индуктивного (Ф. Бэкона) метода, а не дедуктивного метода аналогий. И все-таки сейчас, зная тот факт, что Дарвин, перед тем как сесть за изложение теории, очень внимательно прочитал А. Смита, не составляет большого труда обнаружить результаты изучения идей великого экономиста. Это особенно заметно в четвертой, основной, главе книги Дарвина, в которой как раз и излагается концепция естественного отбора. Обсуждая вопрос о том, в каком направлении отбор двигает живую природу, автор не обходится без терминологии и идей, отстаиваемых Смитом.

Интуиция подсказывала Дарвину, что жизнь развивалась по направлению к более высокой организации, которую он понимает как более совершенные е психические способности (в случае позвоночных), а также к большей степени физиологического разделения труда между органами (Darwin 1872: 97-98). Разделение труда, или специализация, в свою очередь должно повышать эффективность функционирования: «...все физиологи допускают, что специализация органов, поскольку при этом условии они лучше исполняют свои отправления, полезна для каждого существа, а отсюда ясно, что кумулирование вариаций, ведущих к специализации, входит в круг действия естественного отбора» (*Ibid.*: 98).

Дарвин не сомневается в том, что в отношении развития интеллекта и степени разделения физиологического труда человек является наиболее организованным существом на Земле.

Но здесь же он пишет и о тенденциях другого рода: «...чем больше разнообразия в строении, общем складе и привычках приобретают потомки какого-нибудь вида, тем легче они будут в состоянии завладеть многочисленными и более разнообразными местами в экономике природы, а следовательно, тем легче они будут увеличиваться в числе» (Darwin 1872: 87). «Преимущества, доставляемые обитателям данной страны (в оригинале — region, то есть области, региона. Э. Л.) многообразием их строения, в сущности те же, которые доставляются особи физиологическим разделением труда между различными ее органами. Ни один физиолог не сомневается в том, что желудок, приспособленный к перевариванию исключительно растительных веществ или исключительно мяса, привлекает из них наибольшее количество питательных веществ. Так и в общей экономике какой-нибудь страны (в оригинале — land, то есть страны, земли, суши. — Э. Л.): чем шире и полнее многообразие животных и растений, адаптированных к разному образу жизни, тем большее число особей способно будет там прожить» (*Ibid.*: 89-90).

Из того контекста, которым сопровождаются эти слова, становится ясно, что речь идет об увеличении видового разнообразия, порожденного диверсификацией. По мнению Дарвина, при увеличении числа видов и степени их специализации «экономика природы» становится все эффективнее, поэтому она способна к поддержанию жизни все большего числа организмов. Таким образом, из повсеместной борьбы за существование, можно даже сказать — из вражды и насилия, рождается не только наиболее продвинутое существо (человек), но и высокоорганизованные «экономики природы», понимай — экосистемы.

Здесь нет смысла более детально обсуждать те места в великом труде Дарвина, в которых заметно влияние А. Смита, их можно найти и больше. Поэтому ограничусь выводами, к которым приходят другие авторы, более внимательно исследовавшие истоки дарвинизма.

Обратимся к С. Швеберу (Schweber 1977), который глубоко вник в содержание записных книжек Дарвина. Он делает вывод: Дарвин не только читал труды Смита и других представителей шотландской школы философов и экономистов, но и извлек из них убеждение в том, что единицей отбора является индивид, особь.

С. Гоулд (Gould 1980), большой авторитет в области эволюционной биологии, по этому поводу высказывается более категорично: теорию естественного отбора с полным на то основанием можно считать творческим применением некоторых представлений Смита к биологической эволюции. Дарвин позаимствовал у Смита положение о том, что гармония и

порядок могут возникнуть из кажущегося хаоса конкурентных отношений. По крайней мере, для этого не требуется внешнего управления. Однако Гоулд подмечает, что от некоторых положений, отстаиваемых Смитом, в дальнейшем пришлось отказаться. Оказалось, в частности, что нерегулируемый «сверху» капитализм все-таки ведет к возникновению олигополии и революций, а не к гармонии и порядку. Парадоксально, что эта теория, примененная к совершенно другой области знания, успешно выдержала испытание временем.

Здесь С. Гоулд, наверно, прав: классический капитализм Смита, как показала история, хотя долгое время и оставался системой, стимулирующей развитие цивилизации, в дальнейшем привел ко все большему разрыву в доходах между работодателями и работниками. Кроме того, он породил перепроизводство и экономические кризисы. Поэтому уже в конце XIX в. стало ясно, что экономику все-таки следует регулировать, и это должны делать государственные институты. В то время как в мире дикой природы принцип «laissez-faire» (дословно — «разрешайте действовать»), лозунг экономического либерализма), если судить по экологическим и эволюционным публикациям, остался нерушим до сих пор.

Т. Кейри (Carey 1998), другой исследователь наследия Дарвина, тоже утверждает, что именно Смит подарил Дарвину идею о возникновении порядка и богатства из конкуренции, борьбы. Подобно тому, как Коперник и Кеплер подсказали Ньютону, где следует искать открытия, о сути которых они и не догадывались, Смит «показал» Дарвину, что и где надо искать.

3. Попытка Вермея и Лэя объяснить эволюцию жизни, применив теорию А. Смита

Данных о том, что те или другие эволюционисты в XIX в. или в первой половине XX в. пользовались подмеченной Дарвином аналогией между развитием экономики и эволюцией жизни, у меня нет. Может, таких прецедентов и вовсе не было? Возможно, особенно если учесть, что по сей день дарвинизм многими рассматривается узко, как теория, описывающая механизмы приспособления видов к условиям среды. Но Дарвину А. Смит потребовался в иных целях, а именно — чтобы понять, как «борьба за существование», начатая индивидуумами, на уровне экономики природы превращается в комплементарность и сотрудничество. Как раз этот аспект, кажется, меньше всего интересовал эволюционистов нескольких предшествующих поколений.

Хотя и здесь имеются исключения. Достаточно упомянуть работы Вермея и Лэя (например: Vermeij 1998; Leigh, Vermeij 2002; Vermeij 2004). Согласно этим авторам, эволюционировали не только виды, но и экосистемы, их признаки. Как и Дарвин, они тоже усматривают немало аналогий между природными экосистемами и описанной Смитом экономикой. Как в экоси-

стемах, так и в экономике индивидуумы вовлечены в постоянную конкуренцию из-за ресурсов. Конкуренция вынуждает виды к специализации, к занятию разных позиций в экономике природы. Для этих авторов видовое разнообразие — это не только следствие конкуренции и специализации, но и средство для увеличения продуктивности экосистем, а также эффективности круговоротов веществ. К сходному эффекту по отношению к благополучию общества приводит и специализация (разделение труда) в экономике. Неудач в конкурентной борьбе избежать невозможно, считают эти авторы. Побеждают те, которые способны накопить и переработать больше энергии и материальных ресурсов. Более слабые (менее приспособленные) индивидуумы и виды раньше или позже вытесняются более приспособленными. Поскольку это повсеместный процесс, происходящий во всех экосистемах, во всех их звеньях и имевший место как в далеком прошлом, так и в наши дни, с течением времени должно расти видовое разнообразие, продуктивность экосистем и эффективность круговоротов.

Свою позицию эти исследователи (Leigh, Vermeij 2002) обобщают следующим образом. Естественный отбор ведет ко все большей продуктивности экосистем и к увеличению видового разнообразия. Точно так же конкуренция между экономическими субъектами в идеальной экономике Смита в итоге способствует увеличению богатства и разнообразия профессий. Если в природе обнаруживаются не полностью эксплуатируемые ресурсы, они обязательно привлекут более эффективных потребителей. Это обстоятельство способствует появлению новых способов существования и повышению эффективности круговоротов веществ. Одни доминирующие виды со временем заменяются другими, отличающимися более высоким метаболизмом. Все это неминуемо ведет к убыстрению круговоротов.

Однако необходимо с сожалением отметить, что работы этих двух исследователей пока не нашли широкого резонанса среди коллег. Меня это не удивляет, ибо проблематика эволюции экосистем в течение последних примерно 30 лет не является популярной среди эволюционистов и экологов (см. далее). Кроме того, как биологизация социальных явлений, так и социологизация биологических, как я уже говорил, всегда принимались с опаской. Может быть, более активная реакция последует позже, с опозданием?

4. Чем экологические системы напоминают экономические?

Предлагаю присоединиться к дискуссии, начатой Вермеем и Лэем. Но при этом нам следует, как мне кажется, пользоваться более продуманной методологией и, желательно, как можно более строгими терминами. В пер-

вую очередь, видимо, следовало бы дать ясный и исчерпывающий ответ на вопрос, что есть общего между экологическими и экономическими системами и чем они различаются. Если бы выяснилось, к примеру, что эти системы имеют много общего в аспекте организации и управления, это дало бы повод для мысли, что и эволюционировать они могут схожим образом. Сразу же следует определиться в том, что я буду сравнивать между собой природные экосистемы (например, озеро, не подвергнутое антропогенным влияниям) с экономикой (например, Англии при жизни Смита и Дарвина, то есть с капитализмом классического типа).

Думаю, ответы на поставленные вопросы следует искать в общей теории систем (ОТС), возникшей примерно 60 лет тому назад благодаря усилиям Л. фон Берталанфи, У. Р. Эшби и других. Создатели ОТС задались целью выявить общие для всех сверхсложных организованных систем черты. Как социальные, так и экологические системы подпадали под этот тип систем, поэтому с первых дней они стали одними из главных объектов изучения для новой научной дисциплины. Здесь я приведу некоторые выводы, полученные в ходе изучения этих объектов.

Но сначала одно замечание. В последние годы мы все реже слышим об ОТС, зато намного чаще — о теории сложности (complexity theory), о биологии систем (systems biology), концепции биосложности (biocomplexity), а также о сложных приспосабливающихся системах (complex adaptive systems). Все эти «новые» идеи берут начало в ОТС и ею до сих пор питаются. Я склонен полагать, что создатели ОТС по сравнению с теперешними системологами преследовали куда более фундаментальные цели, выработали более оригинальную методологию и в конце концов достигли больших успехов в объяснении реального мира. Поэтому в дальнейшем я буду ссылаться в основном на ранние работы системологов.

Особенного внимания, на мой взгляд, заслуживает полученный системологами вывод (например: Simon 1962; Mesarović 1968; Whyte *et al.* 1969; Mesarović *et al.* 1970; Новосельцев 1978; Malherbe *et al.* 1980; Salthe 1985; Лекавичюс 1986) о том, что сверхсложным организованным системам (вроде экосистем и экономических систем) присуще разделение труда, которое в ОТС часто именуется функциональной, или управленческой, иерархией. Общая функция, преследуемая всей системой, оказывается разбитой на более узкие функции, выполняемые подсистемами, те — на еще более мелкие, выполняемые подподсистемами, и т. д., до самых низких этажей иерархии. В живой природе иерархия такого типа простирается от функций макромолекул до функции (активности), характеризующей экологическое сообщество как целое. Таковой является поддержание круговорота веществ и связанного с ним потока энергии.

Можно ту же мысль выразить и проще, не применяя специфической для ОТС терминологии: не существует ни одной биологической структуры, будь то макромолекула, особь или отдельный вид (популяция), кото-

рую можно было назвать поистине автономной в аспекте функционирования. В случае изолирования их от других сосуществующих с ними структур того же ранга они в скором времени погибают. В определенном смысле поистине живой можно считать только экосистему (Pattee 1968; см. также: Lekevičius 2002; 2006).

В ОТС говорится (например: Mesarović *et al.* 1970; Salthe 1985) о том, что более высокий иерархический уровень задает для более низкого границы поведения («boundary conditions», «constraints»). А этот уровень в свою очередь задает такие границы для еще более низкого уровня, и т. д. Поэтому роль или место любого явления, происходящего на низших этапах иерархий, проясняется при мысленном продвижении исследователя «снизу вверх», в то время как продвигаясь «сверху вниз», он уясняет детали происходящего на более высоких уровнях. Это весьма ценное наблюдение, поскольку оно указывает нам на наиболее рациональный путь изучения экологических и экономических систем, а именно — сначала надо уяснить себе глобальные активности (функции). Это наиболее легкая задача хотя бы потому, что описание этих активностей по определению будет лишено деталей. Затем можно попытаться получить описание с привлечением данных об активностях подсистем и т. д. Правда, при опускании «вниз» число элементов и связей с каждым последующим уровнем будет увеличиваться экспоненциально, так что в субъективном плане система станет все более сложной и трудно описываемой.

Следуя этой методологии, начнем с основных характеристик экосистемы как организованной системы. Все экологи, наверное, со мной согласятся, что в функциональном аспекте локальная экосистема — это в первую очередь местный круговорот веществ и сопровождающий его поток энергии. Хорошо известно, что местные циклы, как правило, не являются закрытыми, вещества теряются и привносятся разными путями. Выделив локальную экосистему как обособленное целое, мы правы настолько, насколько связи между ее частями являются более интенсивными, нежели их связи с частями других экосистем. Биогенные атомы обычно принимают участие в круговороте с его начала и до конца по несколько, а иногда по несколько десятков или сотен раз, после чего все-таки покидают систему. Эта особенность и придает экосистеме черты индивидуальности.

Экологи не сомневаются и в том, что круговорот веществ жизненно необходим для всех видов, составляющих экосистему. Детритофаги являются не менее важными для поддержания жизни, чем продуценты и тем более биофаги (травоядные, хищники и паразиты). Локальный круговорот и сопровождающий его поток энергии можно рассматривать как активность (функцию), которую не может осуществлять ни один вид по отдельности, хотя она легко осуществляется общими усилиями благодаря

координированным действиям всех видов. Можно сказать и иначе: виды специализированы по отношению к экосистемному метаболизму, поэтому ни один из них не является самостоятельным.

Нечто похожее мы видим и в экономике. Основной функцией капиталистической экономики как целого следует считать, по Смиуту (Smith 1776), приумножение национального благосостояния. Эта функция может быть выполнена только общими усилиями хотя бы потому, что члены общества и предприятия специализированы, они просто вынуждены обмениваться продуктами своего труда при помощи рынка.

Так, до предела кратко описав основные функции экосистемы и капиталистической экономики, спросим себя, как осуществляется управление этих сверхсложных систем. Большинство специалистов по теории управления считают, что на уровне экосистемы нет специальных органов, предназначенных для управления, хотя само управление присутствует. В противном случае невозможно было бы понять, несмотря на влияние всевозможных возмущений и катастроф, локальные экосистемы способны поддерживать свой круговорот веществ. Тот факт, что после возмущений и катастроф обычно следует экологическая сукцессия и/или эволюция и экосистемы восстанавливаются, принимая «обычный» функциональный вид, тоже говорит о способности экосистем к самоорганизации и саморегуляции (феномен функциональной конвергенции - см. ниже). Тип управления, присущий экосистемам, называют пассивным, или диффузным (Новосельцев 1978; Лекавичюс 1986). Это такое управление, которое осуществляется посредством взаимодействия более или менее равноправных подсистем. В ходе взаимодействия и образуются те ограничения («boundary conditions», «constraints»), которые упоминались выше. Это не что иное, как положительные и отрицательные обратные связи, посредством которых и осуществляется управление, или координация.

Нерегулируемая капиталистическая экономика, если следовать Смиуту, тоже управляется похожим образом, то есть посредством взаимодействия более или менее равноправных в отношении управления экономических субъектов. Решения о том, где, когда, что и сколько производить, продавать или покупать, принимаются самими производителями, предпринимателями и покупателями. Если тот или другой производитель производит не то, что требуется, или больше, чем необходимо для удовлетворения спроса, образуется отрицательная обратная связь; и он терпит убытки. И наоборот: при появлении на рынке нового и имеющего большой спрос изделия возникает положительная обратная связь, толкающая производителя этого изделия на расширение производства.

Как пишет по этому поводу Солтэ (Salthe 1985: 216, 217), ограничения, управляющие работой сосуществующих видовых популяций, возникают в ходе их же взаимодействия. В этом он видит удивительную аналогию с

работой экономических систем. Индивидуумы и фирмы преследуют только свои корыстные цели, но, несмотря на это, при их взаимодействии спонтанно возникает нечто новое — рынок, и, раз возникнув, он как целое начинает посылать своим создателям «команды», которым они обязаны хотя бы отчасти подчиняться. Эти «команды» полностью анонимны, они трудно поддаются влиянию со стороны экономических субъектов. Так что экономика, как и экосистемы, не требует внешнего управления.

Итак, некоторая аналогия между капиталистической экономикой времен Смита и Дарвина, с одной стороны, и экосистемами — с другой, действительно существует. В обоих типах систем управление, или координация, существует, хотя специальных, только для управления предназначенных органов, и нет. Хотя тут необходимы некоторые уточнения. Аналогия между экологическими и экономическими системами достаточно наглядна, но, как и любая аналогия, ограничена. Она никак не может быть полной хотя бы потому, что даже во времена Смита, не говоря уже о более поздних периодах, экономика Великобритании все-таки во многом управлялась правительственными учреждениями, например путем издания указов, предназначенных для контроля над потоками финансов или определяющих степень свободы в передвижении рабочей силы. Как известно, эти и другие действия властей были весьма успешными, чем и объясняется тот факт, что не где-нибудь, а именно в Великобритании капитализм развивался наиболее успешно. Иными словами, в капиталистической экономике есть жесткие рамки в виде государственных законов, налогов, судебных и иных органов, финансовой и монетной систем, которые являются совершенно необходимыми. В капиталистической экономике свободной конкуренции хотя и нет прямого директивного управления (как при социализме), но есть сильное косвенное управление. Вот почему, если государство не создало необходимых, достаточно комфортных условий для развития экономики, такого рода капиталистическая экономика не сможет существовать. Не случайно ведь такой тип экономики возник только в Англии и с трудом распространялся на другие общества (а в некоторых он в таком виде даже при капитализме не существовал). Впрочем, такие условия, создаваемые государством, могут служить для другой аналогии между экосистемами и экономикой. Для существования любой экосистемы нужны вполне определенные внешние условия, задаваемые климатом, рельефом, атмосферными явлениями и т. п. Следует также отметить, что если политика государства оказывается нерациональной, то и экономика не сможет стать саморегулируемой. То же самое происходит и при изменении климата или рельефа: экосистема может разрушиться или сильно измениться.

Существует одно весьма убедительное, на мой взгляд, свидетельство того, что, по крайней мере, экосистемные ограничения носят инвариантный характер, то есть мало зависят от места и времени. Речь идет о явлении, которое можно назвать функциональной конвергенцией экосистем. Разные экосистемы земли имеют весьма схожие (в химическом отношении) круговороты веществ, а также экологические пирамиды, особенно пирамиды продукции. Экологи подмечают также наличие огромного количества видов — экологических эквивалентов, то есть таких, которые, заняв схожие ниши в разных экосистемах, приобрели внешнее сходство, несмотря на отсутствие близкого родства. Имея в виду всевозможные события случайного характера, которые влияют как на эволюцию видов и

экосистем, так и на экологическую сукцессию, функциональная конвергенция экосистем выглядит весьма внушительным аргументом для всех, отстаивающих идею саморегуляции (более подробно об этом см.: Lekevičius 2002).

Ни локальные экосистемы, ни капиталистическая экономика какого-либо государства не могут быть названы суперорганизмами. Эти системы имеют мало общего, например, с часами, хотя часам тоже свойственна функциональная иерархия. Организация часов жесткая, также как и связи между их частями. Адаптивности часы лишены полностью, нет ее и у отдельных деталей. Совсем другую ситуацию наблюдаем в биологическом мире и в экономике. Здесь в управлении заметен немалый люфт. Компонентам предоставлена подчас большая свобода, которую они могут использовать для своих собственных целей. Эти цели необязательно совпадают с теми, которые преследуются всей системой (Mesarović, Masco, Takahara 1970). Когда-то Кёстлер (Koestler 1967) весьма метко охарактеризовал отношения между компонентами и целым, существующие в системах такого рода. Он использовал метафору двуликого Януса: одна сторона его лица, обращенная к вышестоящему уровню, светится покорностью и податливостью, в то время как другая, обращенная «вниз», — это лицо настоящего деспота, признающего лишь свои собственные цели и потребности. Продавец, улыбающийся вам из-за прилавка, думает только о себе, ему безразлично благосостояние других, однако своих целей он не может достичь иначе как только через удовлетворение желания покупателя, а им может оказаться всякий. Грибы, расщепляющие лигнин в лесу, конечно же, не реализуют никаких иных потребностей, кроме своих собственных, однако то, что они делают, является жизненно необходимым для всех видов этого леса. В обоих случаях мы, скорее всего, видим конечный результат некоей закономерности, когда целое (общесистемные ограничения) направляет работу своих компонентов и делает это таким образом, что полезное для компонента в итоге становится также полезным и для целого, всей системы.

Обобщу сказанное при помощи трех выводов. Во-первых, согласно ОТС, живой природе так же, как и экономике, свойственно разделение труда в отношении глобальных активностей, что на языке этой теории носит название иерархии функций, или управления. Во-вторых, экосистема, как и капиталистическая экономика, управляется, но в обоих случаях это управление носит пассивный, или диффузный, характер¹. И в-третьих, управление в этих системах является довольно свободным, отнюдь не типа часового механизма. Именно поэтому компоненты в этих системах пользуются весьма большой свободой поведения, в том числе и свободой преследования только им выгодных целей.

5. Чего в экосистемах и экономике больше — «борьбы» или сотрудничества?

Попробую охарактеризовать отношения между особями и видами, сосуществующими в одном экологическом сообществе, и сравнить их с отношениями между экономическими субъектами. Такое сравнение по необходимости будет грубым, да и вряд ли полностью корректным на взгляд специалиста. Это особенно касается экономических отношений. С другой стороны, в литературе я не нашел ни одного прецедента такого сравнения, поэтому его пришлось сделать самому, не имея, может быть, необходимой для этой цели квалификации. Помещенная ниже таблица все-таки может, как мне кажется, сослужить некоторую пользу, хотя бы как начальная версия, как черновик для тех, кто желал бы и смог эту работу сделать более качественно.

Если верить выводам этой таблицы, то в организации экологических и экономических систем есть немало общего: сотрудничество наиболее заметно на самых низких и на самых высоких этапах иерархии, в то время как на промежуточных уровнях конкуренция и сотрудничество примерно уравниваются друг друга.

Органы и их системы интегрированы сравнительно сильно в пределах организма, но сами индивиды пользуются весьма большой свободой поведения как в дикой природе, так и в экономике. Наверно, такие отношения необходимы для элементов, без инициативы которых система не может существовать. Однако как раз здесь и кроется главное отличие экономических систем от экологических: человек является мыслящим и предвидящим существом, его решения обычно бывают волюнтаристскими, в то время как в дикой природе организмы лишь следуют за событиями.

¹ Но, конечно, пассивный характер управления капиталистической экономикой - это не более чем чистая абстракция, в реальности власть всегда в той или иной мере регулирует экономическую жизнь, которая (это надо иметь в виду) не отделена жестко от иных сторон жизни: политической, религиозной, частной и т. п.

Таблица 1. Соотношение между конкуренцией и сотрудничеством на разных уровнях организации в природе и экономике

Экономика	Живая природа	Характер отношений между компонентами системы (под-системами)
Индивид	Индивид	Разделение труда ярко выражено, взаимосвязь сильная. Доминирует кооперация
Предприятие/ферма/магазин	Колония/прайд/стая/семья	Разделение труда менее выражено, взаимосвязь средней интенсивности. Доминирует комплементация
Все предприятия/фермы/магазины одного и того же профиля в определенной местности	Метапопуляция	Разделение труда слабое или вовсе отсутствует. Взаимосвязь слабая. Доминирует конкуренция
Отрасль экономики (например, пищевая промышленность)	Гильдия/супергильдия	Разделение труда ярко выражено, взаимосвязь средней интенсивности. Доминирует конкуренция и комплементация
Экономика страны	Локальная экосистема	Разделение труда ярко выражено, взаимосвязь сильная. Доминирует сотрудничество (мутуализм)
Мировое хозяйство	Биосфера	Разделение труда слабое, взаимосвязь слабая

Здесь конкуренция понимается как отношения между структурами того же ранга, претендующими на тот же находящийся в дефиците ресурс. Кооперация, или сотрудничество — это обоюдно полезные отношения, порожденные разделением труда. Комплементация (= взаимодополнение) здесь понимается как промежуточные между конкуренцией и кооперацией отношения, когда структуры конкурируют, но не могут вытеснить одна другую в принципе, поскольку в их отношениях присутствует и разделение труда, хотя оно и незначительное. Гильдия здесь понимается как группа видов, занимающая с той же экосистеме схожие ниши; примером ее может быть фитопланктон озера, при этом все продуценты озера можно именовать супергильдией.

Разделение труда между гильдиями и особенно супергильдиями в экосистеме, также как и между отраслями экономики в пределах хозяйства страны, выражено особенно ярко, конкуренция тут присутствует в меньшей степени. Видимо, на этих уровнях имеются весьма жесткие ограничения на конкуренцию, по своей жесткости отчасти напоминающие те, которые предъявляет многоклеточный организм по отношению к своим органам и их системам.

А вот экономика всей страны, наоборот, может быть и часто бывает весьма автономной в своем функционировании примерно в той мере, как и локальная экосистема в пределах биосферы. Отсюда и понятна та слабость связей, которая наблюдается на уровне структур мирового масштаба. Хотя тут следует оговориться: некоторые из этих связей вряд ли можно назвать слабыми. К примеру, наземные экосистемы необходимой им влагу получают главным образом в виде дождя, поступающего из водных экосистем. Многие водные экосистемы, и особенно речные, в свою очередь, во многом зависят от сухопутных экосистем, из которых поступает значительная часть детрита и биогенов. Похожим образом экономика Великобритании, да и не только она, в XVIII—XIX вв. сильно зависела от импорта хлопка, шелка, специй и других товаров. В свою очередь, она жила во многом благодаря экспорту отечественной продукции.

Данные таблицы, как мне кажется, должны убедить нас в том, что мы вряд ли когда-нибудь получим окончательный и ясный ответ на вопрос, что — конкуренция или сотрудничество — властвует в живом мире. Думаю, и экономистам точно так же трудно было бы найти ответ на вопрос, чего больше в капиталистической экономике — конкуренции или взаимозависимости. Ответы на эти вопросы могут быть лишь примерно такого рода: и то и другое присутствуют одновременно и на всех уровнях организации. Две силы противоположного направления — биотическое/экономическое «отталкивание» и биотическое/экономическое «притяжение» -- пронизывают эти системы снизу вверх, от уровня отдельных макромолекул до глобальных структур. Кроме того, создается впечатление, что эти силы находятся в динамическом равновесии, и ни та ни другая не имеют возможности полностью подавить друг друга. Словом, Кёстлер (Koestler 1967, см. выше) был, скорее всего, прав со своей метафорой двуликого Януса, как раз она может оказаться на самом деле лучшим решением проблемы, столь долго обсуждавшейся биологами.

б. Почему экологические и экономические системы не превратились в суперорганизмы?

Теоретики иногда просто обязаны задавать себе вопросы, которые являются запрещенными для ученого-эмпирика. Например, такой: как выглядел бы живой мир при условии, если бы конкурентные отношения вовсе отсутствовали? Этот вопрос действительно задавался представителями одной из ветвей ОТС — общей теории адаптации (Congrad 1983; Лекавичюс 1986). Согласно этой теории, в случае такой гипотетической ситуации мы имели бы экосистемы, превратившиеся в настоящие суперорганизмы, в своеобразные часовые механизмы. Эти экосистемы работали бы чрезвычайно эффективно

при постоянны внешних условиях, однако рассыпались бы как великан с глиняными ногами при первом же более или менее значительном сдвиге в условиях абиотической среды. Специализация и интеграция создают условия для увеличения степени приспособления (эффективности функционирования), однако максимальная эффективность несовместима с такой же адаптивностью. Дезинтеграция и условная свобода действий, предоставляемая компонентам системы, - это необходимые черты живой природы на планете, где условия среды меняются подчас труднопредсказуемым образом, и притом значительно.

А чего следовало бы ожидать в противном случае, при одних лишь конкурентных отношениях между организмами того же и разных видов? Наиболее логичен при таких обстоятельствах следующий исход. На определенной территории с более или менее однородными условиями среды присутствовал бы всего один вид, в борьбе за выживание вытеснивший остальных, а у этого вида - один-единственный («дикий») генотип, вытеснивший других. Если речь идет о виде, специализированном по отношению к круговороту веществ, то он был бы обречен на вымирание, несмотря на свои качества суперконкурента.

В этом контексте нельзя не вспомнить чрезвычайно интересное замечание Р. Левонтина (Lewontin 1974, ch. 5): если принять на веру концепцию борьбы за существование, то дарвиновский отбор нельзя рассматривать иначе как антитезу биоразнообразию. Никогда мне не доводилось читать, казалось бы, более разящей критики дарвинизма, чем эта. Однако следует сразу же оговориться, что Левонтин по сути отождествляет «борьбу за существование» с конкуренцией. Такое понимание дарвиновской концепции «борьбы», сводящей все биотические взаимоотношения между организмами к одним лишь негативным связям, не совсем соответствует той, которую отстаивал сам Дарвин (см. раздел 2).

Резюмируя, можно утверждать, что живая природа была вынуждена выбрать компромисс между двумя несовместимыми стратегиями: быть одновременно и максимально эффективной, и адаптивной. В результате она стала среднеэффективной и среднепластичной. Именно это и гарантировало ей такое долговременное существование.

Можно ли аналогичным образом объяснить довольно глубокое разделение труда, свойственное экономическим субъектам, и вместе с тем сравнительно большую свободу поведения, которой они обычно пользуются, оставляя решать специалистам.

7. Как собирались экосистемы современного типа

Как, при помощи каких механизмов развивается капиталистическая экономика - об этом вкратце упоминалось выше. Теперь следовало бы заняться механизмами эволюции экосистем. Это не означает, что я попыта-

юсь из экономических закономерностей вывести биологические. Мы, биологи, располагаем собственными эмпирическими данными и своими же

теоретическими конструктами. И тех и других вполне хватает для того, чтобы уже сегодня можно было составить более или менее полную картину, как эволюционировала живая природа. Здесь я кратко опишу некоторые работы, целью которых было уяснить ход и механизмы эволюционной комплекации экосистем.

Первым западным эволюционистом, который пытался смоделировать эволюцию круговоротов веществ, был, наверное, Уолкер (Walker 1980). Он производит реконструкцию экосистем далекого прошлого дедуктивным путем, используя принципы экологии. Сначала он вводит своеобразные аксиомы, руководящие принципы: вещества двигаются круговоротами (1); круговороты несовершенны - часть веществ постоянно теряется (2); «*satisfied creatures do not change*» (сытые организмы не склонны изменяться) - метафора автора, означающая, что организмы не склонны к эксплуатации новых, необычных ресурсов, пока у них нет недостатка в старых (3); «*organisms are greedy*» (организмы прожорливы) - опять метафора, означающая, что живые твари склонны увеличивать свою биомассу любой ценой

(4).

Руководствуясь этими принципами, Уолкер (*Ibid.*) делает вывод, что новые формы жизни появлялись закономерным образом, обычно после того, как старые формы израсходовали полностью какие-нибудь жизненно необходимые ресурсы. Это раньше или позже всегда наступало, так как «*organisms are greedy*». Тогда возникал экологический кризис, и жизнь была вынуждена изобрести способы, как перейти к новым ресурсам. Например, возникновение первых в истории жизни автотрофов (по мнению Уолкера, ими могли оказаться метанобразующие бактерии), скорее всего, было спровоцировано тем обстоятельством, что протобионты израсходовали весь запас органических веществ («первичный бульон»), синтезируемых абиотически. Однако некоторое время спустя кризис затронул и метанобразующие бактерии: иссякли запасы водорода как источника энергии и электронов. Тогда и только тогда («*satisfied creatures do not change*») могли возникнуть новые автотрофы, независимые от источников водорода. Ими, скорее всего, стали фотосинтезирующие серобактерии. Они тоже были «прожорливыми», поэтому наращивали суммарную биомассу биосферы. В результате иссякли резервы сероводорода, источника электронов. Возник еще один кризис, который закончился с возникновением цианобактерий, оксигенного фотосинтеза. Эти организмы начали использовать воду как источник электронов. Однако накопление в воде и в атмосфере кислорода вызвало новый кризис, на этот раз связанный с токсическим действием кислорода на всю анаэробную биоту (а другой в то время и не было). Жизнь вышла из этого кризиса благодаря появлению огромного множества аэробных форм.

Комплектация круговоротов шла, согласно Уолкеру, по несколько иному сценарию: отходы, продуцированные в ходе метаболизма одних организмов, становились источником энергии, электронов или углерода для других, или, если таких организмов не находилось среди уже существующих, природа их производила эволюционным путем. Так возникли безотходные, хотя и не замкнутые, круговороты. Первые из них были собраны еще на ранних стадиях биологической эволюции, с возникновением фотосинтезирующих серобактерий. Круговороты современного типа сформировались намного позже, примерно в то время, когда появилось аэробное дыхание.

К сожалению, ни дедуктивная по своей сути методология Уолкера, ни им полученные выводы не удостоились широкой огласки и обсуждения коллегами. По крайней мере, мне не удалось найти развития этих идей в публикациях, появившихся после 1980 г. Такое, скорее всего, незаслуженное игнорирование может быть объяснено тем обстоятельством, что с 80-х гг. прошлого века на Западе в экологии начинает доминировать популяционно-центристский подход, что отразилось также и на эволюционных взглядах экологов (более широкое обсуждение этого вопроса см.: Lekevičius 2006). Эволюция круговоротов удостоилась большего внимания только в странах бывшего советского пространства. Здесь до сих пор не уступил своих позиций холистический (системный) по своей сути подход, который кое-кто (Заварзин 1995) называет *русской парадигмой* в экологии и эволюционной биологии. Согласно этой парадигме, неопределенно долгое время жизнь может существовать только в виде экосистемы (= круговорота веществ), то есть «жива только экосистема». Следовательно, первые круговороты должны были появиться на Земле вместе с самой жизнью (Камшилов 1966; Заварзин 1979; 2000; см. также: Lekevičius 2006). Представители этой парадигмы интенсивно эксплуатируют понятие *свободной ниши* (например: Раутиан, Жерихин 1997; Заварзин 2000; Lekevičius 2002). Такая ниша — это никем не используемые, но потенциально пригодные к использованию ресурсы; имя может быть солнечная энергия, органические или неорганические вещества, а также сами организмы. Правда, некоторые из этих авторов вместо термина *свободной ниши* предпочитают употреблять другой — *экологической лицензии*, пришедший из литературы, издаваемой немецкими авторами.

Следуя формуле «жива только экосистема» и концепции свободной ниши, были предприняты попытки реконструировать экосистемы прошлого, а также описать механизмы их эволюции. Здесь я упомяну лишь некоторые результаты своих собственных работ, которые я склонен рассматривать как довольно типичные для *русской парадигмы* (Lekevičius 2000; 2002; Лежвиčius 2003). Механизмы эволюционной комплектации экосистем я представляю себе следующим образом (Он же 2003: 374): «Конечные продукты жизнедеятельности одних организмов служили в качестве свободных ниш (отходов, никем не используемых ресурсов), которые соответствующим об-

разом направляли эволюцию других организмов — потенциальных потребителей этих отходов. После того, как эти отходы находили в ходе эволюции своих потребителей, круговорот веществ становился безотходным до следующего раза. Схожим образом могла происходить и комплектация блока биофагов. Продуценты, впервые возникнув, автоматически превратились в свободные ниши, потенциально открытые для будущих первичных консументов (фитофагов). Эти, возникнув, таким же образом провоцировали эволюцию хищников первого порядка и т. д., пока на эволюционной сцене не появились крупные хищники, находящиеся на вершине трофической цепи. После того, как сообщества становились укомплектованными, то есть при отсутствии свободных ниш, новообразованные виды могли вклиниться в сообщество только путем конкурентного исключения» (Он же 1986).

В этом нетрудно заметить отголоски идей, которые высказывал еще Уолкер (Walker 1980, см. выше). Однако есть и некоторое отличие. В частности, сначала предлагается описать свободные ниши и адаптивные зоны, когда-либо существовавшие в прошлом. Затем следовало бы поискать возможные организмы, которые могли эти ниши занять. Предполагается, что свободные ниши не могут остаться таковыми в течение длительного времени, поскольку они стимулируют эволюцию оккупантов.

Некоторые результаты, полученные в ходе такого исследования, представлены в Табл. 2. Она начинается с протобионтов и заканчивается появлением хищников второго порядка, так что события в ней расположены в хронологическом порядке.

Таблица 2. Некоторые свободные ниши/адаптивные зоны, существовавшие в архее и протерозое, а также предполагаемые их оккупанты (по данным Lekevičius 2002)

Характеристика свободных ниш/адаптивных зон	Предполагаемые оккупанты
Органические вещества как доноры энергии, электронов и С. Органические вещества как конечные акцепторы электронов	Протобионты
Свет как источник энергии; H ₂ S/H ₂ O как донор электронов; CO ₂ как донор С	Зеленые и фиолетовые серобактерии, цианобактерии
Детрит как донор энергии, электронов и С; S ⁰ и SO ₄ ²⁻ как конечные акцепторы электронов	Бактерии, редуцирующие серу и сульфаты
Fe ²⁺ , Mn ²⁺ , H ₂ S, CO, H ₂ , CH ₄ , NH ₄ ⁺ как доноры энергии и электронов; CO ₂ как донор С; O ₂ как конечный акцептор электронов	Аэробные хемолитоавтотрофы

Характеристика свободных ниш/адаптивных зон	Предполагаемые оккупанты
Детрит как донор энергии, электронов и C; NO ₃ как конечный акцептор электронов	Денитрифицирующие бактерии
Детрит как донор энергии, электронов и C; O ₂ как конечный акцептор электронов	Аэробные редуценты
Биомасса как донор энергии, электронов и C; O ₂ как конечный акцептор электронов	Протисты-«фитофаги» и питающиеся редуцентами протисты
Биомасса (протисты-«фитофаги» и питающиеся редуцентами протисты)	Протисты-хищники первого порядка
Протисты-«фитофаги», питающиеся редуцентами протисты и хищники первого порядка	Хищники второго порядка (многоклеточные)

Из помещенных в таблице данных, а также на основе не представленных здесь аргументов, делаются следующие выводы (Lekevičius 2002). В-первых, нетрудно заметить, что часть свободных ниш/адаптивных зон предсуществовала, в то время как другие были созданы самими организмами, оккупировавшими эти ниши и зоны. Во-вторых, нет никакого сомнения насчет того, что всегда сначала должны были возникнуть свободные ниши, и лишь затем — их оккупанты, что, скорее всего, указывает на наличие причинной связи. Этот вывод заслуживает особого внимания ввиду того, что, располагая данными о наличии свободных ниш, исследователь может сравнительно легко объяснить появление на эволюционной сцене тех или иных организмов и даже предсказать результаты диверсификации.

Круговороты веществ приняли вид теперешних примерно 2 млрд. лет назад (Lekevičius 2002). Блок биофагов в морских экосистемах был полностью укомплектован в конце ордовика, примерно 435 млн лет назад. Комплектация экосистем суши шла по аналогичному сценарию: продуценты (1), фитодетрит (2), детритофаги и первые на суше локальные круговороты (3), фитофаги и питающиеся детритофагами (4), первичные хищники (5) и т. д. до верхушечных хищников. Последние возникли в позднем карбоне, примерно 300 млн. лет назад. С этого момента ввиду сокращения числа свободных ниш учащаются случаи конкурентного вытеснения старых форм новыми. Однако видовое разнообразие растет и дальше: жизнь занимает все новые территории, кроме того, идет процесс деления уже занятых ниш.

8. Еще о том, как собираются блоки биофагов: пример с цихлидами (*Cichlidae*)

Диверсификация цихлид, происходившая в Великих озерах Восточной Африки, — это к данному моменту времени, наверное, наиболее хорошо изученный случай эволюционной комплектации блока биофагов (Greenwood 1964; Fryer, Iles 1972; Danley, Kocher 2001; Salzburger, Meyer 2004).

Эти озера возникли 9-12 млн (Танганьика), 2-5 млн (Малави) и 250-750 тыс. (Виктория) лет назад. С самого своего возникновения каждый из этих водоемов был надежно изолирован от других водных бассейнов, так что очутился в ситуации, похожей на ту, когда за тысячи километров от ближайшей суши из недр океана поднимается вулканический остров. Одними из первых колонизаторов новых озер были, скорее всего, бактерии, протисты и беспозвоночные. Позже, как некоторые полагают, из ближайших водных бассейнов все-таки было занесено, может быть, в виде икры, небольшое число особей предковой формы. Таких «засевов» было всего несколько: при помощи разных методов показано, что цихлиды озера Танганьика — олигофилетичны, озера Малави — монофилетичны, а озера Виктория — дифилетичны. Во всех случаях, кажется, занесены были небольших размеров всеядные рыбы, в их «диете» доминировали беспозвоночные. Не встретив никаких конкурентов, даже хищников, предковые формы диверсифицировались чрезвычайно быстро. Несколько десятилетий назад в озере Танганьика еще существовало приблизительно 250, в озере Малави — около 1000, в озере Виктория — приблизительно 500 эндемичных видов цихлид. Несмотря на такое беспрецедентное разнообразие, ниши сосуществующих видов почти не перекрываются, просто они непривычно узкие. Встречаются такие трофические гильдии: фитофаги, зоопланктофаги, моллюскофаги, соскребатели, собиратели беспозвоночных, роющие (*diggers*), преследующие жертву хищники, нападающие из засады хищники, поедающие чешую, падальщики и многие другие. Таким образом, всеядные небольших размеров предки породили множество специализированных форм, в том числе и крупных хищников. Группа близкородственных рыб оккупировала ниши, которые обычно в других водоемах бывают заняты по крайней мере несколькими семействами или даже отрядами.

В эти озера в доисторические времена каким-то образом попали индивиды и других рыб, не принадлежащих к цихлидам, однако они за все время своего пребывания продуцировали весьма малое число видов (Ribbink 1988). Специалистам неизвестно, что именно вызвало такое различие в интенсивности дивергенции. Вполне возможно, что эти виды попали в указанные водоемы после того, как большинство ниш уже было поделено между цихлидами, и запретов было больше, чем «лицензий».

Эти случаи адаптивной радиации упомянуты здесь также и для того, чтобы продемонстрировать один факт чрезвычайной, на мой взгляд, важности. Наборы гильдий рыб, с небольшими исключениями, почти идентичны во всех трех озерах (Fryer, Iles 1972; Stiassny, Meyer 1999). Да и при сравнении с наборами в других озерах, находящихся в тропических зонах разных континентов, больших различий тоже не обнаруживается. И все это — невзирая на гидрологические различия, разные природные катак-

лизмы, множества актов случайного характера вроде мутаций и дрейфа генов, конечно, наблюдавшихся на протяжении последних нескольких миллионов лет.

Здесь мы опять находим явление, получившее название функциональной конвергенции экосистем, в этом случае понимаемой как уподобление наборов гильдий, свойственны локальным экосистемам.

9. Судьба суперконкурентов, или чему нас учит экспансия древесных форм

Эволюцию жизни, конечно, нельзя свести только к занятию свободных ниш. Следует упомянуть еще один, не менее распространенный тип эволюции — связанное с инновациями вытеснение конкурентов из уже занятых ниш. Хотя в последнее время появилось мнение, что роль таких вытеснений в эволюции жизни была незначительной, многие палеобиологи и эволюционисты все-таки остаются при старых, берущих начало еще у Дарвина, позициях. Здесь я вкратце остановлюсь на одном эпизоде эволюции, который, как мне кажется, неплохо иллюстрирует роль конкуренции.

Во второй половине девона, как известно, появились первые папоротниковидные и хвощевидные. Это были травянистые растения. Однако вскоре из этих растений произошли первые древовидные формы — прогимноспермы. Основными инновациями здесь были лигнин и камбий, придавшие их обладателям необычную до этого момента твердость стебля. Вполне возможна, что уже первые представители прогимноспермов вырастали до нескольких метров в высоту, затемняя солнечный свет своим конкурентам. Это давало прогимноспермам неоспоримое превосходство, поэтому эти мутанты, став сначала «диким» генотипом в своей популяции, начали быстро распространяться, вытесняя при этом многие травянистые формы. Занимая новые территории, они были вынуждены диверсифицироваться, так что в конечном счете разнообразие видов если и уменьшилось, то ненамного. Зато уже в девоне появились первые леса с характерными для них ярусами (Kenrick, Crane 1997). Однако специалисты СХОДЯТСЯ на том, ЧТО примерно в ЭТО время древовидные формы породили ситуацию, угрожающую собственной жизнедеятельности. Дело в том, что, превратившись в фитодетрит (повалившиеся кустарники и деревья), лигнин долгое время мог оставаться в нерасщепленном виде на поверхности почвы. Ведь фермент не мог появиться раньше субстрата, да к тому же лигнин представляет собой особо стойкое вещество, способное без каких-либо изменений пролежать на поверхности многие тысячи лет. Круговорот был нарушен, накопилась огромная масса нерасщепленной древесины. Как долго это продолжалось, неизвестно, но есть указания на то, что примерно в это время появилась группа аскомицетов и базидиоми-

цетов, имеющих фермент, необходимый для расщепления лигнина (Richardson 1992; Kenrick, Crane 1997).

Прокомментирую этот эпизод. Появление древесных форм можно объяснить при помощи дарвинизма и традиционного неodarвинизма. Эти формы оказались более приспособленными по сравнению со многими предковыми видами, поэтому в ходе «борьбы за существование» вытеснили последние. Тут мы находим типичное конкурентное вытеснение (— замещение), сопровождаемое диверсификацией или ему предшествовавшее. Что касается появления новых форм грибов, то тут дарвинизм и традиционный неodarвинизм применимы в несколько меньшей степени. Зато у нас есть понятие о свободных нишах и о том, что они стимулируют и направляют эволюцию. С точки зрения эволюции как процесса оккупации свободных ниш ситуация становится более ясной: первые древесные растения создали огромного объема свободную нишу в виде никем не потребляемого лигнина. Даже самая незначительная наследственная вариация, сообщающая грибам хоть ничтожную способность расщеплять это вещество, сразу же подхватывалась отбором и получала широкое распространение. Такие вариации, скорее всего, неоднократно возникали и раньше, но при отсутствии в детрите лигнина они не то что не подхватывались отбором, а им отменялись, так как снижали приспособленность их носителей. Однако позже ситуация переменялась, и именно эти вариации были размножены до астрономических величин.

В этом, хотя отчасти и гипотетичном, эпизоде примечательно то, что ни одна группа — ни растения, ни грибы — не преследовала никаких иных целей, кроме своих собственных, однако конечный результат состоял в том, что круговорот был восстановлен, а суммарная биомасса наземных экосистем выросла до ранее не наблюдавшихся величин.

Не вызывает ли у вас этот эпизод каких-либо ассоциаций с некоторыми явлениями из жизни общества, особенно капиталистического? Например, какой-нибудь новатор-предприниматель вместе с несколькими талантливыми учеными или изобретателями производит принципиально новое изделие, которое моментально и с большим успехом завоевывает рынок, вытесняя при этом из него изделия бывших конкурентов². Кто-то от этого выигрывает, а кто-то, конечно, проигрывает, однако ясно, что благодаря инновациям общество обогащается, и часть этого богатства так или иначе достается каждому члену общества. Но ясно и то, что каждый предприниматель, как удачливый, так и не очень, преследует только собственные цели. Поэтому весьма естественно, что он может позволить себе безжалостно обращаться с рабочими, ему может быть невыгодна экологи-

² При этом особенно удачными могут быть изобретения, которые занимают уже созданные, но не освоенные ниши. Например, телефон нужен там, где возникла большая интенсивность контактов, требующих новых форм организации. В деревне телефон появиться не мог.

зация производства и т. д. Чтобы такая обращенная к собственным интересам деятельность не навредила рабочим и обществу в целом, необходима отрицательная обратная связь, похожая на ту, что образовалась в виде накопившегося лигнина в случае с древесными растениями. К сожалению, действенная обратная связь, наверно, не всегда образуется сразу же, иногда для этого необходимы долгие годы. Древесным растениям пришлось ждать, пока не возникли расщепляющие лигнин грибы. А капиталистам, скажем, той же Великобритании, как известно, еще в XIX в. «помогли» тред-юнионы, а позже к ним присоединились правительственные учреждения, печать и наконец массовые движения «зеленых».

Древесные растения девона можно назвать суперконкурентами. Однако за эти несколько миллиардов лет такого рода особенно удачных инноваций, сообщающих их носителям свойство суперконкурентов, конечно, была не одна. Суперконкурентами в свое время были цианобактерии, водоросли, рыбы, пресмыкающиеся, цветковые растения. Конечно, самый знаменитый суперконкурент — это наш собственный вид.

Суперконкуренты — это в некотором роде потребители разнообразия, поэтому раньше или позже они неизбежно должны вызвать появление отрицательной обратной связи, тормозящей их же экспансию. О тех негативных последствиях, к которым привело развитие цивилизации, написано предостаточно, поэтому я здесь подчеркну лишь одну деталь, имеющую связь с обсуждаемой темой, а именно: развитие цивилизации было направлено на то, чтобы освободиться от консументов, использующих человеческую популяцию как источник пищи. Эта цель, как известно, была большей частью реализована, в результате человечество превратилось во все возрастающую полусвободную нишу. Опыт специалистов по эволюции экосистем подсказывает, что свободные ниши проявляют тенденцию быть занятыми если не путем колонизации, то эволюции — непременно. Как раз это и наблюдается на последнем отрезке человеческой истории (подробнее см.: Lekevicius 2002).

10. Некоторые обобщения

10.1. Можно ли Дарвина считать первым, кто писал об эволюции экосистем, а не только видов? По-видимому, да. И это — хорошая новость, если это новость для всех, кто уверен, что такая эволюция на самом деле происходит. С другой стороны, Дарвина можно рассматривать лишь как начинателя, наметившего ориентиры, выдвинувшего проблему, но не имевшего реальной возможности решить ее.

Согласно Дарвину, дивергенцию, а значит, и увеличение видового разнообразия, вызывает не что иное, как все та же конкуренция. Именно она заставляет организмы мигрировать, искать новые места, где конкурентов меньше, а ресурсов достаточно. Однако встретившись с новыми для них климатическими или биотическими условиями, они вынуждены приспособиться к ним, что обычно сопровождается диверсификацией. Другие организмы избегают конкуренции, занимая новую нишу в той же самой

«родной» экосистеме. Таким образом, диверсифицируя, виды оккупируют «разные места в экономике природы», поэтому конкуренция перерастает в комплементацию и даже мутуализм. От всего этого выигрывает все сообщество: при росте видового разнообразия ресурсы используются все эффективнее, поэтому растет суммарная биомасса экосистемы. Примерно так, пользуясь несколько модернизированной терминологией, представлял себе эволюцию экосистем Дарвин. По меркам того времени эти идеи были чрезвычайно прогрессивными, даже революционными, и вряд ли он мог их позаимствовать у кого-то еще, кроме как у А. Смита.

Единственное, чего недоставало Дарвину для полноценной теории разнообразия — это указаний на ограничивающие дивергенцию видов условия, то есть на факторы, управляющие дивергенцией и заставляющие эволюцию произвести такой, а не иной набор видов. Конкуренция пригодна лишь в качестве своеобразной центробежной силы, способной расщепить виды, но как при этом появляются на свет столь организованные структуры, каковыми без всякого сомнения являются экосистемы, -- на данный вопрос дарвинизм, конечно, ответа не дает. Сказанное тем более относится к синтетической теории эволюции (СТЭ).

10.2. Еще в 1946 г. И. И. Шмальгаузен (1968) писал, что биогеоценоз выступает как регулирующий аппарат эволюции, в то время как отдельный вид является объектом управления. Более того, «...сам естественный отбор протекает под руководящим влиянием взаимоотношений в биогеоценозе» (Шмальгаузен 1968: 213). Эти идеи дальше развивались в работах Ю. М. Свиричева (1977), Н. И. Базилевич (1979), Б. Б. Родендорфа (1980), В. В. Жерихина и А. П. Расницына (1980), Н. А. Мещеряковой и Б. Я. Пахомова (1980) и ряда других эволюционистов. Наиболее ценным я считаю содержащуюся в этих работах мысль о том, что естественный отбор на экосистемном уровне действует посредством ограничений, возникающих при взаимодействии видов.

Эти идеи по своей сути весьма близки дарвиновским, однако они никак не вмещаются в рамки той версии эволюционной теории, которую до сих пор отстаивает большинство западных коллег.

Мысли, изложенные в настоящем эссе, могут создать вполне логичное впечатление, что эти и другие представители русской школы эволюционистов (к ним желаю быть причислен и я сам) были гораздо ближе к истине, чем многие их коллеги на Западе. Отчасти так оно и было, как мне кажется. Отличительной чертой русской школы было акцентирование не столько внутренних механизмов, сколько внешних по отношению к популяции обстоятельств, то есть межвидовых взаимодействий, которые, как они полагали, задают направление эволюции видов. Они не сомневались также в том, что одно лишь знание внутренних механизмов, генетически

закономерностей недостаточно для понимания того, почему те или другие виды и гильдии возникли в то, а не иное время, в том, а не другом месте. Виды существуют не в экологическом вакууме, а в мире, где количество ресурсов и число ниш конечны. При наличии свободных ниш их могут занять даже виды, не отличающиеся большой потенциальной способностью к развитию, если их не опередят другие. Однако даже высокая эволюционная потенция отнюдь не всегда способна породить новые формы, если все без исключения ниши в ближайшем экологическом пространстве уже заняты хорошо приспособившимися видами.

Другое дело, что, как я уже писал (Лекавичюс 2003; Lekevičius 2006), для русской школы были характерны и некоторые слабые стороны, среди которых наиболее значительными, видимо, были недостаточная строгость в высказываниях и теоретических построениях, а также некоторое пренебрежение по отношению к работам своих зарубежных коллег. Для завершающего этапа нам, представителям этой школы, не хватило то ли терпения, то ли напористости или еще каких-то качеств. Вряд ли нам помогло и то обстоятельство, что ни один из нас не жил в условиях капитализма, значит, нам не так легко было воспользоваться методом аналогий. Несмотря на все это, русская школа эволюционистов, как мне кажется, сумела не только породить новую дисциплину, но и развить ее до уровня развитой теории.

Автор этих строк причисляет себя к умеренной ветви русской школы: в отличие от некоторых ее представителей он не считает, что следует отказаться от дарвинизма. То, что все мы общими усилиями сделали в области эволюции экосистем, я бы назвал экологическим дарвинизмом, подразумевая под этим то, что мы лишь расширили рамки дарвиновской теории, а вернее — развили идеи, которые имелись еще у Дарвина, хоть и в зародышевом состоянии. (При желании эту зарождающуюся теорию можно именовать и экодарвинизмом, где приставка эко- с полным на то правом представляла бы как экологию, так и экономику.)

10.3. Чтобы объяснить эволюцию видов, филогенез, биологам было более или менее достаточно дарвиновского понятия о естественном отборе. Однако для объяснения того, как происходит эволюция таких громоздких структур, как экосистемы, нам понадобится, думаю, несколько иное представление о сути отбора.

Естественный отбор принято определять как дифференциальное выживание и такую же репродукцию особей. Не имею ничего против такого определения, однако суть отбора я вижу в другом (Лекавичюс 1986; Lekevičius 1997). Естественным отбор можно рассматривать как тот «черный ящик», который превращает ненаправленную генетическую изменчивость на входе в куда более направленное изменение неких характеристик живых объектов на выходе. Последнее мы и склонны называть эволюцией. Иными словами, суть отбора сводится к неким ограничениям, налагаемым

на поле потенциальных возможностей, создаваемое наследственной изменчивостью. Дифференциальное выживание и такая же репродукция — это всего лишь внешняя и поэтому бросающаяся в глаза сторона отбора, не менее важно было бы уяснить причины, приведшие к выживанию одних и гибели других особей. Акцент предлагаю ставить не столько на том, что отбирается, сколько на том, какие силы осуществляют отбор. На уровне экосистемы отбор производят ограничения, возникающие в ходе взаимодействия сосуществующих видов, и роль этих ограничений была, надеюсь, ясно продемонстрирована на вышеописанных примерах.

В контексте изложенных выше положений проблема единиц отбора решается просто: гибнут и воспроизводятся особи, а эволюционируют все структуры, начиная с макромолекул и кончая экосистемами. Только причины гибели или низкого воспроизводства бывают разными — то ли недееспособность фермента, то ли низкая конкурентоспособность особи, то ли что-нибудь другое. По-моему, Дарвин здесь был совершенно прав. На экосистеме целиком отбор мог бы действовать лишь в том случае, если бы они и на самом деле были суперорганизмами.

10.4. Аналогии как метод не могут быть панацеей в науке хотя бы потому, что они не способны что-либо объяснить. Ведь нам, биологам, обычно требуется найти непосредственные причины изучаемого явления, а они, конечно, не могут находиться в иной реальности, пусть и имеющей внешнее, формальное сходство с изучаемой. Хотя «социологизация» биологических явлений, как я пробовал показать в этом эссе, все-таки может быть полезной. В первую очередь тем, что социальные явления ближе к нам самим, во многих отношениях они лучше изучены, чем биологические. Поэтому, обнаружив аналогии, мы тем самым обогащаемся идеями, хотя применение их в другой сфере знаний и требует осторожности. Аналогии ничего не могут доказать, они могут говорить только о том, например, что организованным иерархическим системам независимо от их природы могут быть присущи некоторые общие черты. Если «социологизация» сослужила пользу Дарвину, она еще больше может дать нам, поскольку нами накоплено куда больше опыта как в естественных, так и общественных науках.

Капиталистическая экономика развивалась на основе индивидуальной инициативы (см. 1 раздел). Еще раз хочу обратить внимание на возможные варианты такой инициативы. Делаешь то, что до тебя делали и другие, но качественнее и, по возможности, дешевле (1); специализируешься, мирно разделив ту же нишу с конкурентом (2); начинаешь производить или предлагать в качестве услуги то, что до тебя, может, никто и не пытался (3); переносишь свое производство или услуги в другую местность, где конкурентов меньше (4).

Материал, помещенный в 7-9 разделах этого эссе, говорит о том, что аналогичные процессы, видимо, имеют место и при эволюции экосистем. Новые, порожденные эволюцией или иммигрировавшие организмы вы-

теснят из уже занятых ниш старые формы, скорее всего, потому, что являются более продвинутыми, более эффективными (1); иногда новая и старая формы уживаются вместе, мирно разделив ту же нишу (2); новая форма просто занимает свободную нишу (3); теснимые конкурентами (или гонимые ветром) организмы мигрируют в малонаселенные местности, где с течением времени производят новые виды (4).

Если существует потенциальный спрос, когда-нибудь найдется и предложение. Если есть свободная экологическая ниша, когда-нибудь для нее найдутся и оккупанты. Поэтому раньше или позже львиная доля спроса удовлетворяется, а свободные ниши - занимаются. В результате создаются круговороты капитала (денежный капитал - производственный капитал - товарный капитал, и опять все сначала), а также биогеохимические круговороты. В первом обращается капитал, во втором - вещества. В обоих случаях круговорот представляет собой жизненно необходимый атрибут системы, в случае его нарушения вся система вступает в фазу глубокого кризиса.

10.5. Наверное, следует обобщить все изложенное в этом эссе, дав ясный ответ, если таковой вообще имеет право существовать, на дарвиновский вопрос: каким образом из конкуренции, из «борьбы за существование», разжигаемой лишь индивидуальным интересом, возникает тот условный порядок и гармония, которые мы наблюдаем в дикой природе? На сегодняшний день наилучшим был бы, как мне кажется, следующий ответ. Живая природа способна к самоорганизации, и это она делает главным образом за счет миграции и эволюции - процессов, исход которых определяется ограничениями, возникающими в ходе взаимодействия самих же организмов. Как функционирование, так и эволюция направляются той же «невидимой рукой» (А. Смит), порождающей относительный порядок из хаоса всевозможных событий, постоянно имеющих место на нижних этапах иерархии.

Похоже, что Дарвин опять оказался прав. Он был первым, кто привлек наше внимание к аналогиям экономической природы, надеясь, видимо, на то, что мы, наследники его идей, сможем продолжить и исследовать эти аналогии более внимательно.

Библиография

Благодарности

Сердечно благодарю Алексея Гилярова за критические пометки, а также Наталию Добрыгину за участие в редактировании рукописи. Особенно признателен Леониду Гринину за ценные комментарии к экономическому части рукописи и за тщательное редактирование всего текста. Благодарен

- Заварзик Г. А. 1979.** Прокариотные системы в связи с филогенией бактерий. *Журнал общей биологии* 40/1: 5-16.
- Заварзик Г. А. 1995.** Смена парадигмы в биологии. *Вестник РАН* 65/1: 8-23.
- Заварзик Г. А. 2000.** Недарвиновская область эволюции. *Вестник РАН* 70/5: 403-411.
- Камшилов М. М. 1966.** Круговорот органического вещества и проблема сущности жизни. *Журнал общей биологии* 27/3: 282-289.
- Лекавичюс Э. 1986.** *Элементы общей теории адаптации.* Вильнюс: Мокслас.
- Лекавичюс Э. 2003.** Эволюция экосистем: основные этапы и возможные механизмы. *Журнал общей биологии* 64/5: 371-388.
- Мещерякова Н. А., Пахомов Б. Я. 1980.** Идеи кибернетики в развитии концептуального аппарата биологии. *Биология и современное научное познание* / Ред. Р. С. Карпинская, с. 160-176. М.: Наука.
- Новосельцев В. Н. 1978.** *Теория управления и биосистемы.* М.: Наука.
- Раутиан А. С., Жерихин В. В. 1997.** Модели филогенеза и уроки экологических кризисов геологического прошлого. *Журнал общей биологии* 58/4: 20-47.
- Родендорф Б. Б. 1980.** общие закономерности эволюции насекомых. *Историческое развитие класса насекомых* / Ред. Б. Б. Родендорф, А. П. Расницын, с. 174-187. М.: Наука.
- Свирижев Ю. М. 1977.** Системный анализ биосферы: современное состояние концепций русской классической школы. *Проблемы кибернетики* 32: 225-236.
- Шмальгаузен И. И. 1968.** *Факторы эволюции.* М.: Наука.
- Carey T. V. 1998.** The Invisibile Hand of Natural Selection, and Vice Versa. *Biology and Philosophy* 13: 427-442.
- Conrad M. 1983.** *Adaptability: The Emergence of Variability from Molecule to Ecosystem.* 14e' York; London: Plenum Press.
- Danley P. D., Kocher T. D. 2001.** Speciation in Rapidly Diverging Fish: Beak from Lake Malawi. *Molecular Ecology* 10: 1075-1086.
- Darwin C. 1872 (1998).** *The Origin of Species by Means of Natural Selection.* 6th ed. Middlesex: Tiger Books International.
- Iryer G., Pies T. D. 1972.** *The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa, their Biology and Evolution.* Edinburgh: Oliver and Boyd.
- Futuyma D. J. 2005.** *Evolution.* 4e' ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Golley F. V. 1993.** *A History of the Ecosystem Concept in Ecology: More than the Sum of the Parts.* Melbourne: Cambridge University Press.
- Gould S. J. 1980.** *The Panda's Thumb: More Parallels in Natural History.* 14e' ed. New York: W. W. Norton & Co., Inc.
- Greenwood P. H. 1964.** Explosive Speciation in African Lakes. *Proceedings of the Royal Institute of Great Britain* 40: 256-269.

также Александру Маркову за приглашение принять участие в этом проекте и за сделанные им существенные поправки.

Аннотация

Дарвин был первым из тех, кто подметил наличие аналогий между развитием экономики и эволюцией живой природы. Мысль о том, что прогресс на уровне «экономики природы» может быть достигнут на основе одной лишь «борьбы за существование», он, скорее всего, перенял у А. Смита, шотландского экономиста и философа. Обсуждается правомочность такого рода аналогий. Делается вывод, что в живой природе как конкуренция, так и сотрудничество пронизывают все уровни организации, примерно уравновешивая друг друга; сходная ситуация наблюдается и в капиталистической экономике. Эта особенность организации дает себе знать и при развитии: в обоих случаях первичная инициатива принадлежит индивиду, однако она ограничивается и направляется вышележащими уровнями организации. Причем это прodelывается так, что в конечном итоге то, что полезно для индивида, обычно становится полезным для экологической или экономической системы в целом. Даны примеры того, как осуществляется такого рода эволюция. По мнению автора, советская школа эволюционистов внесла весьма существенный вклад в развитие новой дисциплины, которую с некоторым на то основанием можно именовать экодарвинизмом, под «эко» понимая как экологию, так и экономику.

- Базилевич Н. И. 1979.** Биогеохимия Земли и функциональные модели обменных процессов природных экосистем. *Труды биогеохимической лаб. Ин-та геохимии и аналит. хим. АН СССР* 17: 55-73.
- Жерихин В. В., Расницын А.П. 1980.** Биоценотическая регуляция макроэволюционных процессов. *Микро- и Макроэволюция*. Ред. К. Л. Паавер, Т. Я. Сутт. Тарту: АН Эстонской ССР. С. 77-81.
- Заварзин Г. А. 1979.** Прокариотные системы в связи с филогенией бактерий. *Журнал общей биологии* 40/1: 5-16.
- Заварзин Г. А. 1995.** Смена парадигмы в биологии. *Вестник РАН* 65/1: 8-23.

- Заварзин Г. А. 2000.** Недарвиновская область эволюции. *Вестник РАН* 70/ 5: 403-411.
- Камшилов М. М. 1966.** Круговорот органического вещества и проблема сущности жизни. *Журнал общей биологии* 27/3: 282–289.
- Лежавичюс Э. 1986.** *Элементы общей теории адаптации*. Вильнюс: Мокслас.
- Лежавичюс Э. 2003.** Эволюция экосистем: основные этапы и возможные механизмы. *Журнал общей биологии* 64/5: 371–388.
- Мещерякова Н. А., Пахомов Б. Я. 1980.** Идеи кибернетики в развитии концептуального аппарата биологии. *Биология и современное научное познание*. М.: Наука. С. 160-176.
- Новосельцев В. Н. 1978.** *Теория управления и биосистемы*. М.: Наука.
- Раутиан А. С., Жерихин В. В. 1997.** Модели филогенеза и уроки экологических кризисов геологического прошлого. *Журнал общей биологии* 58/4: 20–47.
- Родендорф Б. Б. 1980.** Общие закономерности эволюции насекомых. *Историческое развитие класса насекомых*. М.: Наука. С. 174-187.
- Свирежев Ю. М. 1977.** Системный анализ биосферы: современное состояние концепций русской классической школы. *Проблемы кибернетики* 32: 225-236.
- Шмальгаузен И. И. 1968.** *Факторы эволюции*. М.: Наука.
- Carey T. V. 1998.** The invisible hand of natural selection, and vice versa. *Biology and Philosophy* 13: 427-442.
- Conrad M. 1983.** *Adaptability: The Significance of Variability from Molecule to Ecosystem*. New York – London: Plenum Press.
- Danley P. D., Kocher T. D. 2001.** Speciation in rapidly diverging systems: lessons from Lake Malawi. *Molecular Ecology* 10: 1075-1086.

- Darwin C. 1872 (1998).** *The Origin of Species by Means of Natural Selection*. 6th ed. Middlesex: Tiger Books Intern.
- Fryer G., Iles T. D. 1972.** *The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa, their Biology and Evolution*. Edinburgh: Oliver and Boyd.
- Futuyma D. J. 2005.** *Evolution*. Sunderland, Mass. (USA): Sinauer Ass.
- Golley F. B. 1993.** *A History of the Ecosystem Concept in Ecology: More than the Sum of the Parts*. New Haven, London: Yale Univ. Press.
- Gould S. J. 1980.** *The Panda's Thumb: More Reflections in Natural History*. N.Y. and London: W.W.Norton and Co., Inc.
- Greenwood P. H. 1964.** Explosive speciation in African lakes. *Proceedings of the Royal Institute of Great Britain* 40: 256-269.
- Kenrick P., Crane P. R. 1997.** The origin and early evolution of plants on land. *Nature* 389: 33-39.
- Koestler A. 1967.** *The Ghost in the Machine*. New York: Random House.
- Leigh E. G. Jr., Vermeij G. J. 2002.** Does natural selection organize ecosystems for the maintenance of high productivity and diversity? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 357: 709–718.
- Lekevičius E. 1997.** *A Model of Adaptive Rearrangements on Community, Population and Organism Levels*. Thesis for Habilitation. Vilnius: Institute of Ecology Publ.
- Lekevičius E. 2000.** Gyva tik ekosistema. Ne visai tradicinis požiūris į gyvybės evoliuciją. (*Жива только экосистема. Не совсем традиционное представление об эволюции жизни*). Вильнюс: Изд-во Вильнюсского университета (На литовском яз.).
- Lekevičius E. 2002.** *The Origin of Ecosystems by Means of Natural Selection*. Vilnius: Institute of Ecology Press.
- Lekevičius E. 2006.** The Russian paradigm in ecology and evolutionary biology: *pro et contra*. *Acta Zoologica Lituanica* 16: 3-19.
- Lewontin R. C. 1974.** *The Genetic Basis of Evolutionary Change*. New York and London: Columbia Univ. Press.
- Malherbe R. De, Tritto V., Malherbe M. De. 1980.** Model building in ecology – a hierarchical approach. *Kybernetes* 9: 141–150.
- Mesarović M. D. 1968.** System theory and biology – view of theoretician. In: M. D. Mesarovic (ed.) *Systems Theory and Biology*, pp. 59–87. New York: Springer Verlag.
- Mesarović M.D., Macko D., Takahara Y. 1970.** *Theory of Hierarchical Multilevel Systems*. New York: Academic Press.
- Pattee H. 1968.** Comments. In: C.H. Waddington (ed.) *Towards A Theoretical Biology. V.1. Prolegomena*, pp. 219–220. Edinburgh: Edinburgh Univ. Press.
- Ribbink A. J. 1988.** Evolution and speciation of African cichlids. In: C.Lévêque, M.N. Bruton and G.W. Ssentongo (eds.) *Biology and Ecology of African Freshwater Fishes*. Paris: ORSTROM, pp. 35-52.
- Richardson J. B. 1992.** Origin and evolution of the earliest land plants. In: J.W.Schopf (ed.) *Major Events in the History of Life*, pp.95-118. Boston: Jones and Bartlett.
- Ridley M. 1996.** *Evolution*. 2nd ed. Oxford: Blackwell Sci. Publ.
- Salthe S. N. 1985.** *Evolving Hierarchical Systems*. New York: Columbia University Press.
- Salzburger W., Meyer A. 2004.** The species flocks of East African cichlid fishes: recent advances in molecular phylogenetics and population genetics. *Naturwissenschaften* 91: 277-290.
- Schweber S. S. 1977.** The origin of *Origin* revisited. *Journal of the History of Biology* 10: 229-316.

- Schweber S. S. 1980.** Darwin and the political economists: divergence of character. *Journal of the History of Biology* 13:195-289.
- Simon H. A. 1962.** The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society* 106: 467–482.
- Smith A. 1776 (1961).** *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Bobbs-Merrill, Indianapolis: Library of Liberal Arts.
- Stiassny M.L.J., Meyer A. 1999.** Cichlids of the Rift Lakes. *Scientific American* 280/2: 64-69.
- Vermeij G.J. 1998.** Fossils and the social future of science. *Science* 281:1444-1445.
- Vermeij G.J. 2004.** *Nature: An Economic History*. Princeton: Princeton Univ. Press.
- Walker J. C. G. 1980.** Atmospheric constraints on the evolution of metabolism. *Origins of Life* 10: 93–104.
- Whyte L. L., Wilson A.G., Wilson D. (eds.). 1969.** *Hierarchical Structures*. New York: American Elsevier Public. Comp.