

В.И.Данилов-Данильян, И.Е.Рейф
БИОСФЕРА И ЦИВИЛИЗАЦИЯ
ИНТЕРНЕТ-ВЕРСИЯ



В.И. Данилов-Данильян, И.Е. Рейф. Биосфера и цивилизация. М.: ООО «Издательство «Энциклопедия», 2016. – 432 с.

ISBN 978-5-94802-066-2

Книга посвящена биосферному экологическому кризису – его проявлениям, причинам возникновения, динамике развития и возможностям предотвращения глобальной катастрофы, в которую он угрожает перерасти. Предлагается целостное (универсальное) осмысление этой проблемы, позволяющее связать воедино понимание биосферных процессов, роли и места в них земной биоты и того разрушительного потенциала, что несёт с собой человеческая деятельность. Книга написана живым литературным языком и рассчитана, прежде всего, на студентов самого широкого круга специальностей, а также всех, кого волнует проблема выживания цивилизации перед лицом грозящей глобальной экологической катастрофы.

© Издательство ООО «Энциклопедия» (оформление)
© В.И.Данилов-Данильян
© И.Е.Рейф

ОГЛАВЛЕНИЕ ¹

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Часть I. Цивилизация над бездной кризиса

Глава 1. Глобальная экологическая ситуация

Глава 2. Критическая перенаселённость планеты

Глава 3. Экологический след современного человека

Часть II. Цивилизация над бездной кризиса (окончание)

Глава 4. Социальное измерение кризиса

Глава 5. «Вклад» централизованной экономики и рынка

Глава 6. Духовный кризис человека как первопричина экологического вызова

Часть III. Мировое сообщество: политики и учёные в поисках выхода

Глава 7. Первые шаги ООН и миссия римского клуба.

Компьютерная модель, всколыхнувшая мир

Глава 8. Программы изменений: Стокгольм – Рио-де-Жанейро – Йоханнесбург – Рио+20

Глава 9. На пути к системному пониманию биосферы

Часть IV. Постоянство планетарной окружающей среды и концепция биотической регуляции

Глава 10. Абиотические факторы формирования климата земли

Глава 11. Роль биоты в формировании окружающей среды

Глава 12. Биотические механизмы поддержания стабильности окружающей среды

Часть V. На весах научного подхода

Глава 13. Основания устойчивости в природе и обществе

Глава 14. Устойчивое развитие под знаком экологической ёмкости биосферы

Глава 15. Стартовые условия устойчивого развития и сохранность экосистем по странам и континентам. «Особый проект» для России

Глава 16. Что даёт идея коэволюции

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ: «КОСТЬ ЕЩЁ НЕ БРОШЕНА»

ЛИТЕРАТУРА

¹ В структуре книги и в названиях отдельных глав можно увидеть перекличку с изданием: Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Рейф И.Е. Перед главным вызовом цивилизации. – М.: Инфра-М., 2005. – 224 с. Однако предлагаемая книга – совершенно самостоятельный труд, а не переработка ранее изданного.

ВВЕДЕНИЕ

Кто не слышал в наши дни про глобальный экологический кризис, который называют иногда экологическим вызовом? Многие видят в нём даже главный вызов современной цивилизации. А какие же не главные? Быть может террористическая атака 11 сентября 2001 года в Нью-Йорке? Или захлестнувшая Европу волна беженцев с Ближнего Востока и Северной Африки? Но не подумает ли читатель, что авторы хотели бы умалить значение всего, что не проходит, так сказать, по их «экологическому ведомству»?

Нет, разумеется. Но дело в том, что системный экологический подход, положенный в основу настоящей работы, позволяет по-иному взглянуть на кризисное состояние современной цивилизации в целом и увидеть скрытую, глубинную связь между, казалось бы, никак не сопрягающимися друг с другом внешними его проявлениями. А то, что кризис этот достиг угрожающей остроты, видно даже неискушенному взгляду. И, может быть, громче других заявляющий о себе всплеск мирового терроризма – один из симптомов общей болезни. Наряду с катастрофическими изменениями окружающей среды, взрывообразным ростом населения развивающихся стран, серией крупномасштабных техногенных аварий или эпидемиями невиданных прежде инфекций. И всё это вызовы (называемые ещё вызовами глобализации) не отдельным нациям или государствам, а человечеству в целом, проигнорировать которые оно не в силах, даже если бы и очень того хотело.

Вообще, понятие «вызова» в его историко-философском аспекте было введено в оборот в середине прошлого века английским историком А. Дж. Тойнби в его знаменитом многотомном труде «Постижение истории». Будучи христианским религиозным мыслителем, Тойнби понимал под этим момент постоянно возобновляемого диалога между человечеством и Божественным Разумом (Логосом), в результате которого люди постигают свою настоящую сущность и высшее историческое предназначение. Собственно, каждое испытание на прочность, будь то природный или иноплеменный вызов, есть, по Тойнби, настоящий движитель (локомотив, как сказал бы К. Маркс) исторического процесса, пробуждающий творческую энергию этноса и поднимающий его на новую ступень развития, а иногда и способствующий рождению субцивилизаций. Вызов побуждает к росту, считал Тойнби. А отвечая на вызов, общество решает ту или иную вставшую перед ним насущную жизненную задачу и этим переводит себя в более высокое и более совершенное, с точки зрения усложнения своей структуры, состояние [Тойнби, 1991].

И всё же в бесконечно долгой, уходящей корнями в седую древность череде «Вызовов-и-Ответов» – понимать ли под ними испытание, ниспосланное свыше, или этап естественного исторического развития – нынешний экологический вызов занимает особое место. Потому что, быть может, впервые ставит перед всемирным человечеством, а, следовательно, и перед человеком как биологическим видом сакраментальный вопрос «быть или не быть?» И речь идёт не об угрозе столкновения Земли с космическим пришельцем-астероидом, вероятность которого исчисляется один на десятки тысяч или даже миллионы лет, а о самом что ни на есть будничном процессе деградации окружающей среды, разрушаемой хозяйственной деятельностью человека, достигшего критически опасного предела в ходе своего стремительного исторического разбега.

Осведомлено ли об этом 7-миллиардное население планеты? Не специалисты-экологи, а рядовые обыватели, или, как говорят, люди с улицы (к числу которых с сожалением приходится отнести и большинство политических деятелей, и значительную часть культурной и деловой элиты), от сегодняшнего настроения

которых во многом зависит участь завтрашних поколений. И да, и нет. Да, потому что и в теле- и радиопередачах, и в печатных статьях то и дело проскальзывают разного рода апокалипсические предостережения, будь то усиливающийся парниковый эффект, расширяющиеся «озоновые дыры» или беспощадно вырубаемые «лёгкие планеты» – бореальные и тропические леса. Нет, потому что обыденное сознание имеет удивительную способность уходить от такого рода информации под сень уютных представлений и мифов о крайней якобы удалённости подобной перспективы или о возможности скрыться от экологической угрозы за надёжной «бронёй цивилизации».

Реальна ли на этом фоне надежда экологов достучаться до сердец? Ведь их специфическое знание доступно или, во всяком случае, понятно лишь узкому кругу специалистов, тогда как прогнозы и выводы, которые следуют из этого знания, адресованы людям, никакого отношения к экологии как фундаментальной науке не имеющим. Однако именно от них, от «профанов», будет зависеть, в конечном счёте, востребованность или невостребованность информации, призванной, по идее, серьёзнейшим образом повлиять на судьбы мира.

И всё же, думается нам, прецеденты или, может быть, аналоги подобной ситуации в истории были [Данилов-Данильян, 2000]. В 1939 г. Альберт Эйнштейн под давлением своих коллег, эмигрантов из стран Западной Европы, обратился с письмом к президенту США Франклину Рузвельту, в котором убеждал его в необходимости начать развёрнутые работы по созданию ядерного оружия. Ничего определённого не было известно на тот момент. Не было достоверной информации – только догадки и предположения, – ведутся ли подобные работы в фашистской Германии. Никто из физиков не мог дать гарантию, что наблюдаемая в лабораторных условиях цепная реакция деления урана 235 действительно приведёт к теоретически предсказанному атомному взрыву. Да и сами физики, занимавшиеся исследованием атомного ядра, не имели в те годы сколько-нибудь заметного влияния и были известны только в узких академических кругах.

Многое лежало тогда на весах, хотя ответственность за принятие политического решения лежала всё-таки не на учёных, а на президенте с его командой, никакими специальными познаниями в ядерной физике не обладавшими. И, тем не менее, судьбоносное решение было принято, а его влияние на политическое мироустройство со всеми его положительными (фактор ядерного сдерживания) и отрицательными (разорительная гонка вооружений, возникшая в последние годы опасность ядерного терроризма) далеко идущими последствиями вышло, в конечном счёте, далеко за рамки злобы дня Второй Мировой войны.

Почему мы вспомнили этот почти хрестоматийный пример? Вероятно, потому, что положение нынешних учёных-экологов в чём-то сродни ситуации, в которой находились физики-ядерщики в конце 1930-х гг. Ведь они тоже не могут пока предъявить миру «бомбу», которая заложена под здание современной цивилизации, а их теоретические прогнозы опираются не на какие-то известные прецеденты, а лишь на логику происходящих в биосфере процессов, долженствующих рано или поздно привести (если только уже не привели) к необратимым её изменениям.

Но всё дело в том, что когда эта необратимость делается очевидной для большинства, время для принятия необходимых мер будет скорее всего упущено. И только доверие к упреждающему научному знанию (как это было в случае с американским атомным проектом) может послужить более-менее надёжной основой для предотвращения экологической катастрофы. И в этом смысле ответственность учёных, о которой столько уже было сказано по разным поводам, сегодня высока как никогда. Как, впрочем, и ответственность мировой

политической, культурной и деловой элиты, а также всех, кого принято именовать людьми доброй воли. И нет, пожалуй, неотложней и актуальней задачи, чем сделать им шаг навстречу друг другу.

Часть I

ЦИВИЛИЗАЦИЯ НАД БЕЗДНОЙ КРИЗИСА

1. Глобальная экологическая ситуация. 2. Критическая перенаселённость планеты. 3. Экологический след современного человека

Глава 1. ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

Таких темпов изменений атмосфера ещё не знала – Разрушение природных экосистем как первооснова кризиса – «Плюс химизация биосферы Земли» – Сорок восемь тонн отходов на душу населения – Глобальная цена локальной очистки окружающей среды

«Если тридцать лет назад, – писал в 1992 г. В.Р. Дольник, – приближение экологической катастрофы и демографического коллапса обдумывали на всей планете всего несколько экологов (а публика, обозвав их алармистами, потешалась над ними как могла), то теперь огромные массы простых людей самостоятельно почувствовали нарастающее давление первичных факторов» (то есть тех, что напрямую лимитируют жизнедеятельность человеческого вида) [Дольник, 1992].

И действительно, экологизация мышления современного человека происходит по историческим меркам с быстротой необычайной. Тема эта почти не сходит со страниц Интернета и с экранов телевидения. Одно за другим появляются на свет новые периодические издания, целиком посвящённые проблемам экологии. Регулярно созываются представительные международные конференции на самом высоком уровне по вопросам охраны окружающей среды. В 1972 г. Генеральной Ассамблеей ООН был учреждён постоянно действующий орган – Программа ООН по окружающей среде (UNEP). А спустя 20 лет, в 1992 г., создана Комиссия ООН по устойчивому развитию (КУР) – Commission on Sustainable Development (CSD) – в качестве функциональной комиссии Экономического и социального Совета ООН (ЭКОСОС) с целью реализации всемирного соглашения, достигнутого на саммите в Рио-де-Жанейро (1992), посвящённого вопросам охраны окружающей среды. И это помимо таких авторитетных неправительственных организаций, как Всемирный Фонд охраны дикой природы (WWF) или Всемирная сеть экологического следа («Global Footprint Network»), имеющих свои отделения в подавляющем большинстве стран.

Экология вторглась также в бизнес и политику. Об этом говорит, в частности, колоссальный объём рынка природоохранных технологий, превысивший, по оценкам экспертов, в начале 2010-х гг. 1 трлн долл. Что же касается политики, то ни одна предвыборная платформа не обходится сегодня без обещаний взять под контроль ту или иную экологическую проблему, а «зелёное» движение представлено уже не только в парламентах, но и в правительствах некоторых стран (как, например, в 1999–2005 гг. в Германии), непосредственно влияя на формирование государственных программ и инвестиций в различные природоохранные проекты. Наконец, нельзя не упомянуть и о присуждении Нобелевской премии мира за 2007 г. бывшему вице-президенту США (1993–2001 гг.) Альберту Гору и Межправительственной группе экспертов по изменению климата (МГЭИК) – «за изучение последствий глобальных климатических изменений, вызванных деятельностью человека, и выработке мер по их возможному предотвращению».

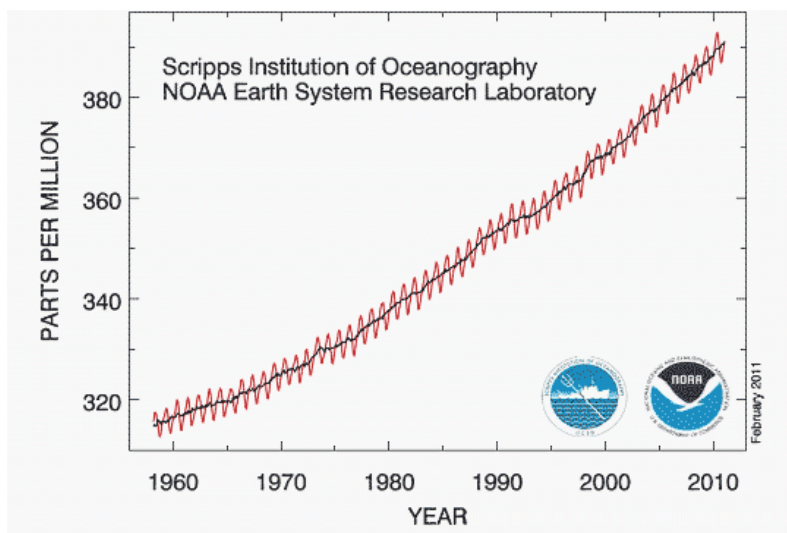
Казалось бы, отмобилизованы все необходимые технологические и финансовые ресурсы, а проблема, словно огромный айсберг, всё так же высится на пути

мировой цивилизации, почти не проявляя признаков таяния. И люди в своей массе исподволь приучаются к мысли, что «экология» – это надолго, что с этим жить и их детям, и детям детей, что возврата к относительному благополучию недавнего прошлого, видимо, не будет уже никогда, а с нынешним или близким к нему неблагоприятием (чуть больше, чуть меньше – не принципиально) человечество сможет существовать вечно.

В самом деле, переживаемая ныне экологическая ситуация резко отлична от всего, с чем когда-либо в своей истории сталкивалось человечество. Хотя бы уже потому, что опасные изменения окружающей среды приобрели сегодня глобальный характер. Они распространились на все подсистемы и компоненты среды и на всю поверхность планеты вплоть до её полюсов, не затронув разве что океанских глубин, и это подтверждается данными самых разных научных наблюдений.

Особенно показательным в этом плане является изменение *концентрации в атмосфере биогенов* – веществ, участвующих в процессах поддержания жизни. Исследования пузырьков воздуха в ледниковых ядрах из глубинных скважин Антарктиды и Гренландии, хранящих следы атмосферы давно минувших эпох, показывают, что таких темпов изменения концентраций биогенов земная атмосфера не знала на протяжении, по крайней мере, нескольких сотен тысяч лет [Barnola et al., 1991; Cannariato et al., 1999]. Это, в первую очередь, касается увеличения концентрации атмосферного углекислого газа (диоксида углерода, CO₂).

Так, с 1958 г. – от начала его непрерывного мониторинга – относительное содержание CO₂ в атмосфере выросло с 315 ppm (частиц газа на миллион частиц воздуха) до 390 ppm (рис. 1-1). В то же время исследования ледяных ядер на антарктической станции «Восток» показали, что концентрация CO₂ на протяжении последних четырёх циклов оледенения (около 400 тыс. лет) варьировала от 190 ppm – во время оледенений – до 280 ppm в периоды межледниковья [Rapp, 2008]. При этом темпы прироста концентрации углекислого газа были тогда на два порядка ниже, а время перепада занимало около 10 тыс. лет.



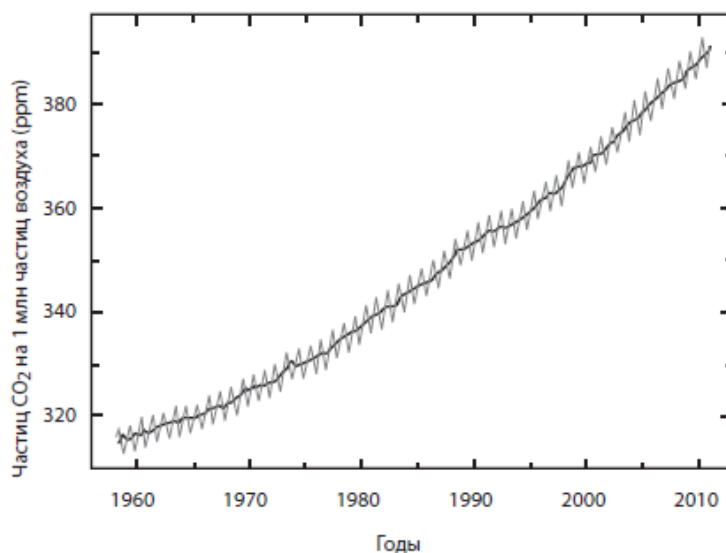


Рис. 1-1. Кривая роста концентрации CO_2 в атмосфере (частей на миллион), полученная в обсерватории на вулкане Мауна Лоа (Гавайские острова) с 1958 г. до наших дней. Небольшие колебания вокруг основного тренда отражают сезонные вариации содержания CO_2 , связанные с усилением фотосинтеза и связыванием органического углерода растительностью северного полушария в весенне-летние месяцы. Источник: Scripps Institution of Oceanography NOAA Earth System Research Laboratory

Проведённое в 1996–2005 гг. трёхкилометровое бурение в районе Купола Конкордия (один из глубинных районов Антарктиды), в рамках проекта EPICA, позволило заглянуть и в более отдалённое прошлое – на 800–850 тыс. лет назад. Как отмечает Томас Стокер (Thomas Stocker), климатолог из Бернского университета, за весь охватываемый керном отрезок времени концентрация углекислого газа в атмосфере ни разу не поднималась выше 290 частей на миллион, и только с приближением к нашим дням содержание CO_2 начинает быстро расти. При этом в последние 50 лет скорость этого роста в 200 раз (!) превышает темпы изменения концентрации углекислого газа в обозримом прошлом [Siegenthaler et al., 2005]. А на его антропогенное происхождение указывает анализ соотношения изотопов углерода C^{14} и C^{13} в атмосферном CO_2 , что позволяет с высокой вероятностью связывать рост его концентрации со сжиганием ископаемого топлива и прочей хозяйственной деятельностью человека [Vitousek, 1994].

Правда, каменный уголь был известен ещё древним римлянам. Однако до середины XIX века основным источником энергии человечеству служили дрова, а также древесный уголь и солома. И лишь примерно с 1850 г. начинается быстрый рост добычи ископаемого органического топлива, которое становится основным энергоресурсом. Именно с этого момента отмечается резкий рост эмиссии CO_2 как индустриального происхождения (другие его важнейшие источники – цементная промышленность и сжигаемый в процессе нефтедобычи попутный газ), так и неиндустриального, причём основной вклад в этот процесс принадлежит именно последнему столетию. И его темпы неуклонно растут. Так, в период 1950–1996 гг. ежегодная эмиссия углерода² только индустриального происхождения выросла в 4,6 раза, достигнув в 1996 г. 6,5 млрд т/год [Global environment Outlook 2000, 1999].

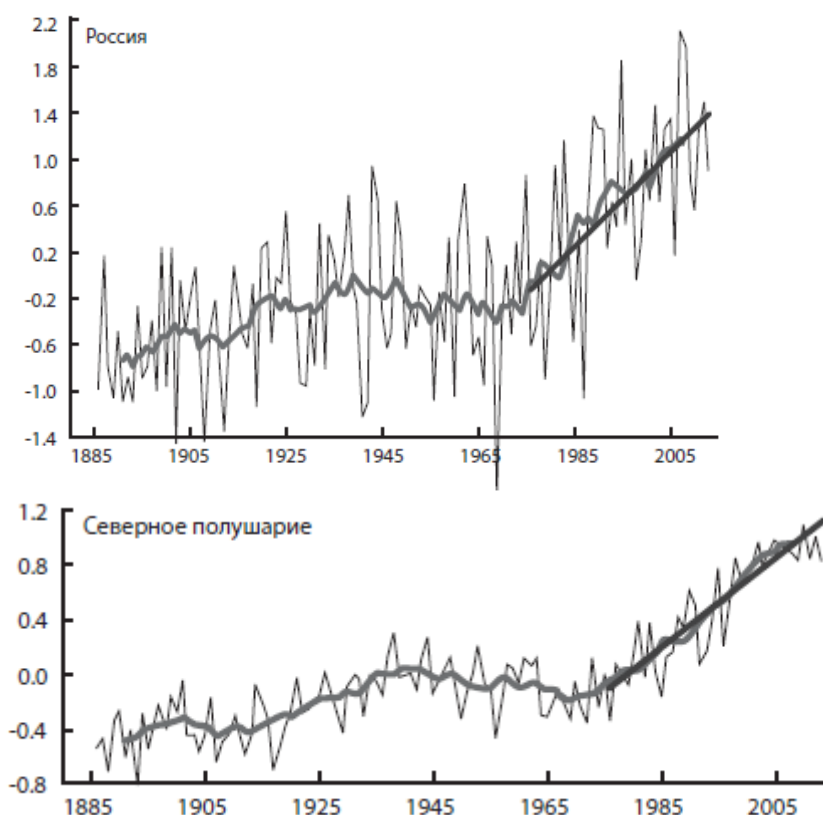
Увы, XXI век продолжил эту печальную эстафету, и в 2008 г. эмиссия углерода за счёт сжигания ископаемого топлива составила около 9 млрд т/год – в первую очередь благодаря росту потребления топлива в быстро развивающихся

² Масса CO_2 пересчитывается в углерод с помощью коэффициента 0,269 [Морозов, 2003].

экономиках Китая, Индии и Бразилии, а также увеличению мирового автомобильного парка [Oak Ridge National Laboratory, 2011].

О том, что углекислый газ играет важную роль в так называемом *парниковом эффекте*, теперь знает, наверное, каждый школьник. Менее известно, что парниковый эффект – столь же необходимое условие для поддержания жизни на Земле, как и сама атмосфера, и что парниковые газы «перехватывают» часть отражаемого Землей длинноволнового солнечного излучения, согревая нижние атмосферные слои. В результате добавка к приземной температуре, которую дают парниковые газы, составляет примерно 30° . То есть опасность представляет не парниковый эффект как таковой, а превышение его фонового уровня, оставшегося почти неизменным на протяжении, по крайней мере, миллионов лет (скорее всего, сотен миллионов лет).

Правда, специалисты-климатологи расходятся во мнении относительно доли антропогенного вклада в глобальное потепление, фиксируемое в ходе многочисленных наблюдений на протяжении всего XX века [Кондратьев, 1999; Jaworowski, 1997, 2007; Climate Audit, 2008]. Однако десятилетие 2000-2009 гг. действительно было самым тёплым за всю историю инструментальных метеонаблюдений [UNEP, 2012], а лето 2015 г. оказалось самым жарким в Северном полушарии за всю историю метеонаблюдений. При этом темпы потепления были особенно значительными в тридцатилетие с 1980 по 2010 гг. [National Research Council, 2010]. А за весь XX век средняя приземная температура поднялась на $0,7^{\circ}\text{C}$, что превышает её колебания за всё минувшее тысячелетие (рис. 1-2).



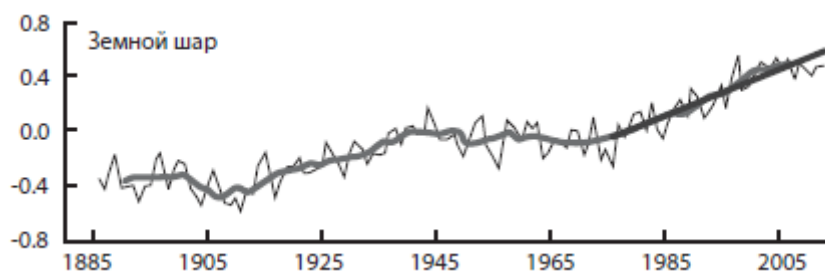


Рис. 1-2. Годовая аномалия (декабрь–ноябрь) приповерхностной температуры – Россия, Северное полушарие (суша) и глобальная за 1886–2013 гг. По данным Университета Восточной Англии и Института глобального климата и экологии Росгидромета и РАН [<http://meteoinfo.ru/>].

Конечно, темпы потепления в разных районах земного шара неодинаковы. Максимум этого темпа наблюдается в материковой области средних широт Северного полушария. Например, в Восточной Сибири, западнее оз. Байкал, средне-зимняя температура повысилась почти на 2°C . Менее выраженное потепление отмечается в средних океанских широтах и в Южном полушарии в целом, где в отдельных секторах Южного океана и Антарктики наблюдается даже похолодание.

Вместе с тем нельзя не отметить корреляции между ростом средней приземной температуры и накоплением атмосферного углекислого газа на протяжении XX столетия (рис. 1-3). И хотя в дальнейшем, по мере постепенного замещения органического топлива возобновляемыми источниками энергии, можно ожидать замедления выбросов CO_2 в атмосферу, но едва ли это произойдет в ближайшее двадцатилетие. К тому же таяние арктических льдов и скованных тысячелетней мерзлотой болот в субарктических районах Западной Сибири чревато раскруткой «климатического маховика» и своего рода цепной реакцией, вызванной вторичными эффектами, обусловленными самим потеплением, – например высвобождением метана из льда многолетнемерзлых пород при его таянии (или из газогидратов при повышении температуры Мирового океана).

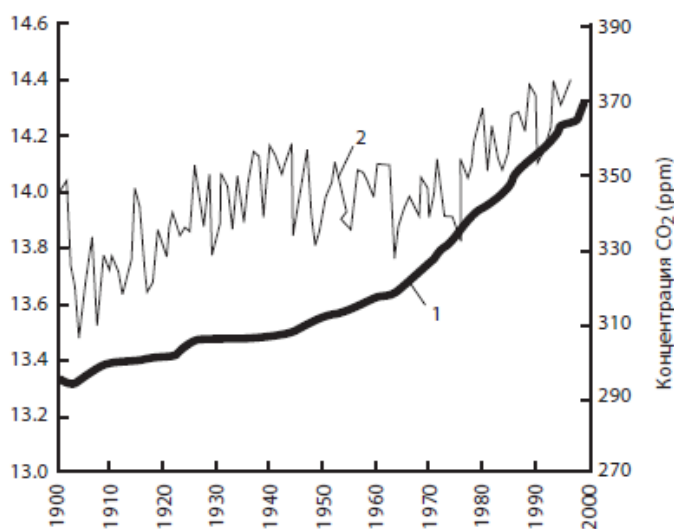


Рис. 1-3. Динамика изменений приповерхностной температуры Земли (1) и концентрации диоксида углерода в земной атмосфере (2) (Worldwatch Database, 2000).

Дело в том, что подо льдом сибирских болот за несколько тысячелетий скопилось около 70 млрд т метана – четверть его мирового объёма, и при расчёте темпов глобального потепления до недавнего времени эти запасы не учитывались. Предполагалось, что они заявят о себе значительно позже, когда климат станет более тёплым. Однако, как следует из наблюдений учёных, в последние 10–15 лет таяние сибирских болот стало уже свершившимся фактом. И это, пожалуй, один из самых неприятных сюрпризов, которые поджидают человечество в результате глобального потепления. Ведь прогревание приполярных районов Западной Сибири, чья территория лишена густой растительности, происходит быстрее, чем в других местах на Земле, а парниковое действие метана в 20 раз сильнее, чем углекислого газа. Журнал «Нью сайентист» цитирует в этой связи высказывание Сергея Кирпотина из Томского государственного университета: «Это экологический обвал, который, вероятно, необратим и вне всякого сомнения связан с климатическим потеплением» [Pearce, 2005].

Таким образом, при сохранении нынешнего, «инерционного» сценария развития, глобальное потепление может достичь к 2060 г. 2°C, а атмосферная концентрация CO₂ превысит уровень начала минувшего века в 1,5 раза [Joshi et al., 2011; Rogelj et al., 2011]. И последствия такого развития событий достаточно очевидны. Это радикальные сдвиги в распределении мировых климатических зон. Это подъём уровня Мирового океана вследствие таяния материковых льдов Антарктиды и Гренландии, а также теплового расширения воды, уже достигшего в XX веке 2,1 мм/год – больше, чем в любом столетии за последние 2000 лет [Kemp et al., 2011]. Это затопление прибрежных низменных территорий, где проживает почти треть населения Земли и, в конечном счёте, трансформация всей природной среды, представляющая угрозу самому существованию человека.

Но CO₂ не единственный и даже не первый по значимости парниковый газ (содержание в атмосфере водяного пара, например, на порядок больше концентрации CO₂ – 0,5–1%), а промышленные выбросы – только один из источников его поступления в атмосферу. Не меньшая роль в этом плане принадлежит землепользованию, чей вклад в накопление атмосферного углерода от начала неолитической революции до наших дней оценивается в 180 млрд т, в то время как индустриальные выбросы CO₂ составили на конец XX века около 160 млрд т углерода [Lashof, Ahuja, 1990; Титлянова, 1994]. И одна из главных тому причин – разрушение экосистем и, прежде всего, вырубка лесов, играющих ключевую роль в фиксации атмосферного углерода в процессе фотосинтеза.

Вообще, разрушение или деградация экосистем в результате хозяйственной деятельности человека – это, без сомнения, важнейший и наиболее существенный аспект глобального экологического кризиса. «...Трудолюбивые земледельцы, – как писал Л.Н. Гумилев, – думающие об урожае одного года, превратили в песчаные барханы берега Хотан-дарьи и озера Лобнор³, взрыхлили почву Сахары и позволили самумам развеять её» [Гумилев, 1993].

Но самый сокрушительный удар по экосистемам был нанесен в XX веке. Так, если на рубеже XIX–XX веков территории с полностью разрушенными человеком экосистемами занимали только 20% суши, то к началу XXI столетия они охватывали уже более 60% (без учёта оледенелых и оголённых территорий). При этом в Северном полушарии сформировались три обширнейших зоны дестабилизации окружающей среды – Европейская, Северо-Американская и Юго-Восточно-Азиатская общей площадью 20 млн км² [Арский и др., 1997; Данилов-Данильян, Лосев, 2000; Nowinsky et al., 2007] (подробнее об этом дальше – гл.15).

³ Пересыхающая река и бессточное солёное озеро в районе западного Китая.

Однако исходной точкой этого процесса послужило древнее земледелие. За несколько тысячелетий до начала промышленной революции освоение земель в сельскохозяйственных целях привело к разрушению огромных массивов природной биоты (совокупности всех живых организмов), и, прежде всего, *лесных экосистем* – одного из важнейших факторов стабильности глобальной окружающей среды.

О лесах и их ключевой роли в круговороте биогенов мы ещё не раз будем говорить на страницах этой книги. В лесах создаётся основная фотосинтетическая продукция, среди экосистем суши им принадлежит безусловный приоритет в связывании излишков углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу в результате сжигания органического топлива. Накапливая и испаряя воду, леса обеспечивают основную часть континентального влагооборота, поддерживают устойчивость речного стока, нивелируя его краткосрочные и сезонные колебания, снижают скорость движения приземных масс воздуха, сглаживая тем самым метеорологические экстремумы, работают как фильтры при загрязнении атмосферы и т.д.

В настоящее время леса занимают около 40 млн км², или 31% общей площади суши. А до начала неолитической революции, т.е. 10 тыс. лет назад, ими было покрыто более 60 млн км², или 45% поверхности суши [Глобальная оценка лесных ресурсов 2010]. Таким образом, за всю свою историю человечество уничтожило не менее трети лесов планеты. Неолитическая, или сельскохозяйственная, революция не только положила начало культурному земледелию, но и ознаменовала новый этап взаимоотношений человека и природы. При этом, в отличие от своего предшественника – охотника и собирателя, наравне с другими видами органически вписывавшегося в окружающую его природную среду, он выступил теперь как её преобразователь, а вместе с тем, и как типичный завоеватель, озабоченный приобретением новых земель, необходимых для возделывания сельскохозяйственных культур и пастбищного скотоводства.

Казалось бы, леса представляли на этом пути труднопреодолимую преграду. Но подсечно-огневая технология земледелия и появившиеся орудия для валки деревьев успешно разрешили и эту проблему. Правда, примитивные и, как сказали бы теперь, экстенсивные методы ведения хозяйства способствовали быстрому истощению возделываемых земель, что, впрочем, не слишком заботило древнего земледельца: не испытывая в них недостатка, он мог в любое время переходить на новые участки, расчищая под них окрестные леса.

Процесс этот проходил в определённой, географически объяснимой последовательности. Сначала были уничтожены леса в районах древних цивилизаций Передней Азии, Индии и Восточного Китая, а в первом тысячелетии до нашей эры и Средиземноморья. В средние века массовое сведение лесов началось и в Европе, где они до VII века покрывали около 75% её территории. Но с началом эпохи Возрождения и Великих географических открытий, сопровождавшихся быстрым ростом городов и строительством парусного флота, явление это приобрело особенно широкие масштабы. Леса вырубались под пахотные земли и пастбища, древесина служила основным видом топлива и источником сырья для промышленности, мощным импульсом для которой послужило изобретение в 1782 г. парового двигателя. И всё это на фоне бурного роста населения стран Европы и Северной Америки, в наибольшей степени затронутых процессом обезлесения в XVIII–XIX веках.

Если же говорить о темпах обезлесения в глобальном масштабе, то его кривая более или менее повторяет темп роста населения Земли – до 1950 г. слегка опережая демографический рост, а со второй половины XX века несколько от него отставая, в результате чего обе кривые образовали в 1990-х гг. своеобразные «ножницы» (рис. 1-4).

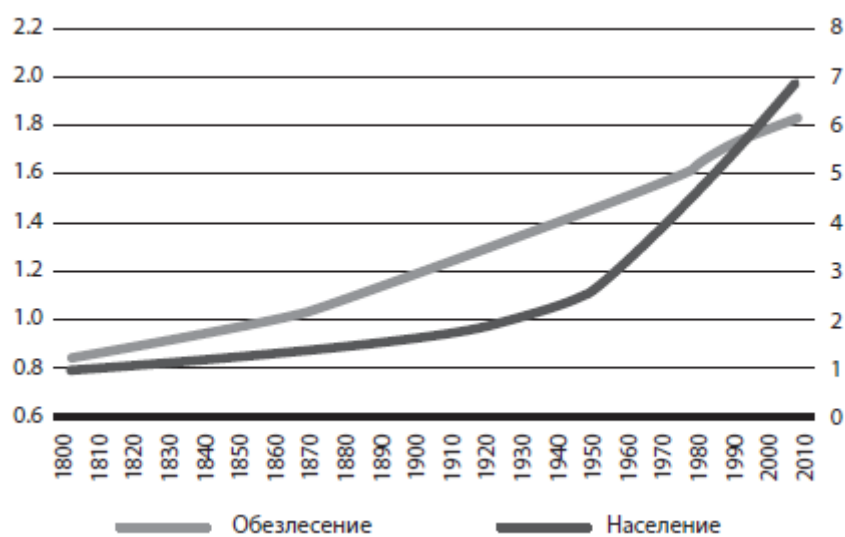


Рис. 1-4. Население мира и суммарное обезлесение 1800–2010 гг. По вертикали: слева – обезлесение (млрд га), справа – население (млрд чел.). Верхняя кривая – динамика обезлесения. Нижняя кривая, образующая «ножницы» с верхней, – динамика роста населения. Источник: Состояние лесов мира 2012.

При этом замечено, что рост населения и темпы обезлесения достигают своего максимума одновременно в одних и тех же регионах мира, причём эта тенденция зачастую совпадает с началом экономического роста в том или ином регионе, стабилизируясь или замедляясь после того, как общество достигнет определённого уровня благосостояния. Судьба северного и южного лесных поясов планеты хорошо иллюстрирует эту закономерность.

Северный лесной пояс – около 2 млрд га – находится в основном в пределах трёх стран – России, США и Канады. Пик истребления лесов в этой зоне совпал с демографическим бумом в Европе и Северной Америке и с бурным развитием промышленности и городского строительства и продолжался вплоть до начала XX века. В результате Европа, например, лишилась подавляющей части своих лесов, площадь которых сократилась до 10% её территории [Состояние лесов мира 2012]. И лишь по мере совершенствования агротехники и технологии хранения продуктов, позволивших в разы повысить отдачу сельскохозяйственного производства, а также с появлением новых строительных материалов и заменой древесного топлива ископаемым процесс этот постепенно сошёл на нет, и начался этап лесоразведения и лесовосстановления. И хотя залесённость Европы (без России) приближается сегодня к 35%, это, за малым исключением, вторичные, насаженные леса или лесоплнтации, находящиеся на той или иной стадии восстановления после корчевания, порубки или пожара. Они, по крайней мере, вчетверо уступают первичным лесам по своей биологической продуктивности и биоразнообразию, а их способность к полноценной стабилизации окружающей среды не идёт с ними ни в какое сравнение. Первичные же старовозрастные леса уцелели лишь в горных районах Альп, Пиренеев, Карпат, Балканского полуострова, а также на севере Скандинавии и в Финляндии. Но, так или иначе, лесам Европы и Северной Америки, больше уже ничто не угрожает, кроме, конечно, глобальных изменений климата, и проблема обезлесения здесь фактически осталась в прошлом.

Но совершенно иная ситуация складывается в зоне южного лесного пояса, где, начиная с 1920-х гг., развернулось беспрецедентное наступление на тропические леса. Следующие цифры могут дать некоторое представление о масштабах этого наступления. Так, например, в Южной Америке, этом исконно лесном регионе, на протяжении двадцати лет – с 1990 по 2010 гг. – было сведено 88 млн га тропического леса (9% от всей лесной площади). Впервые за всю историю площадь лесов этого континента сократилась до менее чем половины его территории. В Африке, где леса занимают сегодня около 23% её поверхности, было уничтожено за тот же период 75 млн гектаров, или 10% от всей площади лесов. В некоторых странах южного лесного пояса – Сальвадоре, Ямайке, Гаити – лесов практически не осталось совсем. Ещё в девяти странах их истребление происходит со скоростью 2% в год, а в двадцати других темпы обезлесения превышают 1%. И если эта тенденция сохранится, многие из них рискуют в течение этого столетия потерять свои леса или, во всяком случае, столкнуться с очень серьёзными экологическими проблемами [Состояние лесов мира 2012].

Итак, можно сказать, что развивающиеся страны повторяют сегодня «невывученный» урок промышленно развитых стран со сдвигом на одно столетие. Из диаграммы (рис. 1-5) хорошо видно, как где-то в середине XX века последние передали первым эту печальную эстафету. И хотя темпы обезлесения по миру в целом в последнее время существенно замедлились, а в странах умеренного климатического пояса наметилась даже попятная тенденция, ситуация по-прежнему остаётся весьма тревожной. Так, в 2000–2010 гг., по данным ФАО⁴, площадь мировых лесов сокращалась на 13 млн га в год (из них первичных – на 5,2 млн га в год) – в 10 раз быстрее процесса естественного лесовосстановления. А всего за это десятилетие мир лишился 130 миллионов гектаров леса, то есть 3,2% всей площади лесов, имевшейся в 2000 г. [FAO. 2010; Состояние лесов мира 2012].

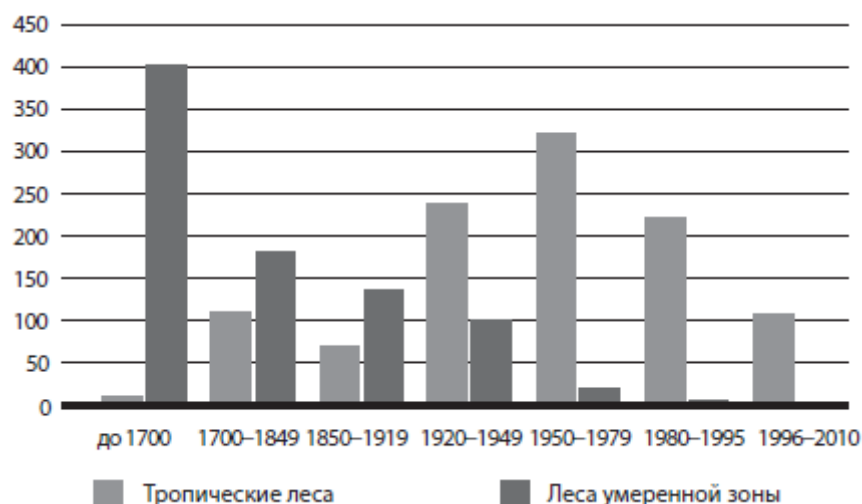


Рис. 1-5. Сравнительные темпы обезлесения в разбивке по годам и климатическим зонам. По вертикали – млн га. Чёрные колонки – тропические леса, серые колонки – леса умеренной зоны, Источник: Состояние лесов мира 2012.

Но главное – сохраняются причины, по которым многие развивающиеся страны продолжают расточительно обращаться со своим лесным богатством. Это и малоэффективное сельское хозяйство, требующее постоянного расширения

⁴ FAO – Food and Agriculture Organization, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН.

пахотных и пастбищных земель. Это отсутствие электро- и газоснабжения, в силу чего древесина для сотен миллионов жителей остаётся единственным видом топлива (на него идёт примерно половина всей добываемой в мире древесины, а в Африке даже 80%). Это растущий экспорт деловой тропической древесины, главным образом, для нужд целлюлозно-бумажной промышленности развитых стран (годовое потребление бумаги на душу населения составляет в развивающихся странах в среднем 6 кг, тогда как в США – 257 кг) [Захаров, 2014]. Но бедные страны принуждены идти на подобные меры, дабы улучшить свой отягощённый долгами внешнеторговый баланс. Как сказал в 1991 г. на открытии IX лесного конгресса в Париже президент Франции Ф. Миттеран, трудно упрекать население тропических районов за то, что они способствуют разрушению лесов, когда они вынуждены это делать, чтобы просто жить.

Но не только наземной флоре и фауне наносит ущерб хозяйственная деятельность человека. Не меньше страдает от неё и *почва* – универсальный фундамент, на котором базируется жизнь на всей земной суше. Распашка почвы и уплотнение сельскохозяйственными машинами ведут к её деградации, а в отсутствие соответствующих агротехнических приёмов – и к полному разрушению. О том, какой невосполнимый урон это может принести при непродуманном к ней отношении, свидетельствует хотя бы пример освоения целинных земель Казахстана, приведшего в конце 1950 гг. к тяжелым экологическим последствиям – массовой деградации земель, водно-ветровой эрозии и пыльным бурям. А всего в мире в результате эрозии, вторичного засоления и других антропогенных причин теряется 6–7 млн га сельскохозяйственных в год, причём скорость, с какой утрачивается гумус (плодородный слой почвы), постоянно растёт.

Так, если до начала промышленной революции потери гумуса составляли примерно 25 млн т/год, то в последние несколько столетий уже около 300 млн т/год, а в последние 50 лет – по 760 млн т/год [Rosanov et al., 1990], и эти потери практически невосполнимы. Ведь для естественного восстановления разрушенного эрозией слоя почвы в 2,5 см требуется от 300 до 1000 лет, а при толщине в 18 см – от 2 до 7 тысяч лет. В результате скорость разрушения пахотного слоя вследствие эрозии, по оценкам Института мировых ресурсов, превышает скорость его восстановления от 16 до 300 раз – в зависимости от региона [Медоуз и др., 2007].

Добавим к этому также площадь сельскохозяйственных земель, ежегодно «съедаемых» транспортной инфраструктурой и зоной застройки. Глобальной статистики на этот счёт, видимо, не существует, но есть немало убедительных частных примеров. Так, столица Индонезии Джакарта поглощает окрестные земли со скоростью 20 тыс. га в год. Во Вьетнаме под городскую застройку используется до 20 тыс. га рисовых полей в год. В Китае с 1987 по 1992 гг. под строительство ушло 6,5 млн га пахотных земель, взамен которых пришлось расчищать под пашню 3,8 млн га лесов и пастбищ. В США под автомобильные дороги ежегодно отводится более 170 тыс. га сельскохозяйственных угодий и т.д. [Там же].

Но ведь почва это не только сельскохозяйственный, но ещё и глобальный экологический ресурс, важнейшее звено биогеохимического круговорота и место аккумуляции воды на просторах суши, так сказать, «сухопутный океан», питающий влагой растительную биоту и поддерживающий континентальный влагооборот. К тому же она служит местом обитания огромного множества почвенных организмов – грибов, бактерий, беспозвоночных животных (в 30-сантиметровом почвенном слое площадью в 1 м² содержится более 1 трлн микроорганизмов и гифов грибов), обеспечивающих вовлечение в природный круговорот элементов омертвевшей органики, то есть биогенов, доступные запасы которых в биосфере ограничены.

Изымая биогены почвы вместе с урожаем, человек истощает её и вынужден поддерживать плодородие земли искусственно, внося в неё необходимые биогены с удобрениями. А если учесть, что на все сельскохозяйственные земли приходится около 11% суши, из которых 28% (около 1,4 млрд га) – пахотные, а разомкнутость биогеохимического круговорота⁵ составляет на таких полях десятки процентов, то нетрудно представить масштабы разрушительного вторжения в биосферный баланс, которыми характеризуется современное сельское хозяйство.

Одним из следствий разрушения экосистем являются процессы **опустынивания**, представляющие сегодня острейшую мировую проблему. Аридные, или засушливые, земли занимают около 35% мировой суши, и на них проживает более 1 млрд человек, чья судьба напрямую зависит от состояния этих территорий с их особенно уязвимыми и хрупкими экосистемами. Именно поэтому опустынивание представляет здесь такую серьёзную угрозу (рис. 1-6).

Обычно этот процесс порождается совокупным действием природы и человека. Уничтожение скудной растительности из-за чрезмерного выпаса скота, вырубка деревьев и кустарников, распашка малопригодных под сельскохозяйственные нужды земель – всё это нарушает и без того нестойкий природный баланс и ведёт к деградации сложившихся здесь экосистем, к иссушению и засолению почвенного слоя, его ветровой эрозии. Поэтому всякое неразумное, без оглядки на естественные ограничители, ведение хозяйства в этой зоне может обернуться катастрофическими последствиями как для окружающей природной среды, так и проживающего здесь населения

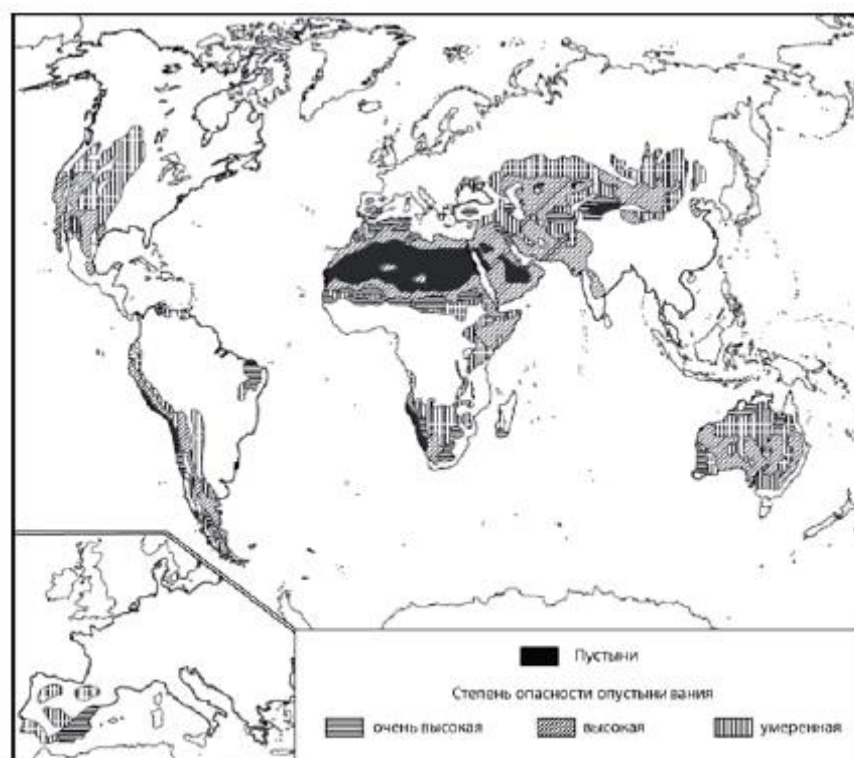


Рис. 1-6. Территории, подверженные опустыниванию. [Максаковский, 2008. Кн. I].

Яркий тому пример – Аральская экологическая катастрофа, когда в ходе многолетнего почти полного использования стока Амударьи и Сырдарьи для орошения посевов хлопчатника уровень Аральского моря с начала 1960-х гг. снизился более чем на 20 м. А солёность воды в образовавшихся на месте него

⁵ То есть синтеза и разложения органики, замыкаемого в экосистемах с высокой степенью точности, что обеспечивает им устойчивое существование на протяжении тысячелетий.

озёрах выросла, по сравнению с Аралом до его усыхания, в 5–8 раз. Ветровой вынос солей и падение уровня грунтовых вод привели к резкому ухудшению экологического состояния территории, засолению и деградации почв огромного региона с населением в 30 млн человек.

Другим следствием нерационального природопользования в этих регионах являются засухи (природа опять-таки действует здесь рука об руку с человеком), особенно катастрофичные для беднейших развивающихся стран Азии и Африки, на которые приходится 90% жителей засушливых территорий, причём половина из них живёт в условиях нищеты и на грани голода. Это показали засуха и голод в 1970-х гг. в зоне Сахеля к югу от Сахары, а также – в середине 1980-х – начале 1990-х гг. и, в особенности, в 2011 г. – в странах Восточной Африки, где жертвы исчисляются сотнями тысяч [Horn of Africa Drought Crisis..., ОСНА, 2011]. Однако потребность прокормить всё большие и большие массы растущего населения принуждает местных жителей забрасывать земли, утратившие свою продуктивность, и искать им замену, которую затем ждёт та же судьба.

Всего в мире вследствие опустынивания ежегодно теряется около 6 млн га обрабатываемых земель, причём потери эти, как правило, необратимы. Как считают эксперты ООН, потери в результате опустынивания могут привести к тому, что к концу столетия мир лишится почти $\frac{1}{3}$ своих пахотных земель. А к 2025 году, при сохранении нынешней тенденции деградации почв, африканский континент сможет прокормить лишь 25% своего населения [ForexAW.com, 2013]. Все это побудило ООН выступить с инициативой, в результате которой в 1996 г. была принята Конвенция по борьбе с опустыниванием. Её поддержала 191 страна.

Загрязнение *водной среды* (если говорить только о пресных водоёмах) достигло уже континентальных масштабов. А в случае замкнутых и полужамкнутых морей – Каспийского, Азовского, Балтийского, Северного и др. – оно распространяется и на значительную часть их акватории. «Вооружённый техникой человек, – писал в 1941 г. известный американский лесовод и эколог Олдо Леопольд, – перестроив сушу, принялся за перестройку воды. Здравомыслящий гражданин, который никогда не доверит любителю ремонт своих часов и автомашины, с лёгкостью обрекает озёра на осушение, заполнение, углубление, загрязнение <...> и разведение любой рыбы, лишь бы она умела плавать. Так же обстоит дело и с реками. Мы ограждаем их дамбами и плотинами, а затем выливаем в них сточные воды, загрязняем их илом и наносами, порождаемыми плохо поставленным сельским хозяйством» (цит. по [Одум, 1975. С. 551]).

При этом надо иметь в виду, что на реки и озёра, не говоря уже о Мировом океане, приходится завершающий этап миграции загрязняющих веществ. Сюда смываются удобрения и пестициды с сельскохозяйственных полей, попадает содержимое промышленных и бытовых стоков. Наконец, на поверхность водосборов осаждаются атмосферные загрязнения, которые, попадая в водотоки, увлекаются талыми или дождевыми водами. Поэтому не приходится удивляться, что в донных отложениях особо неблагоприятных водных объектов можно обнаружить чуть ли не всю таблицу Менделеева.

К сожалению, сказанное можно отнести и ко многим водным артериям экономически развитой Европы. И это несмотря на огромные средства, вкладываемые в ряде стран в очистные сооружения. Эльба, Одер, Днепр, Южный Буг, Гвадалquivир – всё это реки, которые по принятой классификации можно отнести к сильно загрязнённым. Здесь очень высоко содержание пестицидов и других опасных органических соединений, а концентрация некоторых металлов

(свинца, хрома, цинка и др.) в водах Эльбы, например, в 3–16 раз выше фоновой [World's Worst Polluters, 2006]. К тому же в целом ряде густонаселённых европейских стран водопотребление находится почти на верхнем пределе, а в некоторых, как, например, в Бельгии, водозабор достигает 70% всех возобновляемых водных ресурсов.

Особых масштабов после 1940 г. достиг процесс *антропогенного эвтрофирования* – бурного разрастания сине-зелёных водорослей благодаря накоплению в поверхностных водах биогенных элементов – так называемое «цветение». При этом токсины, образующиеся при цветении воды, а также дефицит растворённого в ней кислорода, поглощаемого бурно размножающимися аэробными бактериями, которые питаются омертвевшей органикой, ведут к массовой гибели придонных организмов, резкому ухудшению качества воды.

Эвтрофирование встречается и в естественных условиях. Но там эти процессы не идут ни в какое сравнение с темпами антропогенного эвтрофирования, которое провоцируется смывом с полей азотных удобрений и сбросом в водоёмы богатых фосфорсодержащими соединениями сточных вод (в основном из мест высокой концентрации городского населения). Особенно подрывает способность речной воды к самоочищению, способствуя эвтрофированию водных объектов, характерное для последнего столетия широкомасштабное строительство плотин и водохранилищ. Причём с точки зрения экологии водохранилища могут иногда, как это ни парадоксально, играть и позитивную роль.

Особенно нагляден в этом смысле пример Волжского каскада, превратившего главную водную артерию России в цепь гигантских водохранилищ с резко замедленной скоростью течения. По существу, эти водоёмы с огромной акваторией выполняют функцию отстойников волжской воды. Так, к примеру, на замыкающем каскад Волгоградском водохранилище, площадь акватории которого при нормальном уровне подпора равна 3117 км², средняя толщина его донных осадков на момент 2007 г. составила слой порядка 25 см, аккумулировавший огромную массу вредных и токсичных веществ [Данилов-Данильян, Лосев, 2006]. Так что не будь водохранилищ, вода в Волге при нынешних масштабах сбросов в неё была бы гораздо грязнее, чем сейчас, и, вообще, с большой натяжкой могла бы называться водой. Сегодня же волжская вода квалифицируется в основном как умеренно загрязнённая и лишь на некоторых участках – как загрязнённая, причём качество её в низовьях Волги даже выше, чем в среднем течении. Этот парадокс показывает, всю глубину вторжения человека в естественные природные процессы, от чего сильнейшей мере зависит его собственное существование.

Не меньшую роль в деградации водной среды играют *закисление и вторичное засоление* пресных водоёмов. Непосредственной причиной первого служат так называемые кислотные дожди, связанные с выбросом в атмосферу окислов серы и азота, образующихся при сжигании углеводородного топлива. Попадая в состав дождевых капель, они вступают в реакцию с водой, образуя серную и азотную кислоты, и осаждаются на поверхность водных объектов и почвы, отравляя нередко всё живое. Во всяком случае, усыхающие леса и небольшие мёртвые озёра, где нет ни рыбы, ни планктона, впервые появившиеся в старых индустриальных районах США, Европы и Японии в середине прошлого века, а с 1970-х гг. ставшие обычным явлением, – это обычно результат именно кислотных дождей.

Что же касается засоления, известного ещё со времён древнего Вавилона и Ассирии, то оно превратилось в XX веке в подлинный бич орошаемого земледелия. В настоящее время для производства одной тонны зерна, продаваемого на мировом рынке, расходуется около 1000 тонн воды. А если учесть, что в сельском хозяйстве

рисосеющих стран используется до 80% возобновляемых запасов поверхностных и подземных вод, то и последствия такой гиперэксплуатации пресноводных ресурсов выглядят вполне предсказуемыми. Это катастрофическое понижение уровня подземных вод и, как результат, засоление пресных водоёмов⁶.

Так, в некоторых сельскохозяйственных районах Китая из-за неумеренного использования подземных вод их уровень снижается примерно на 1 м в год, а в окрестностях Пекина водный горизонт опустился до глубины 40 м. Аналогичная картина наблюдается и в Индии [Максаковский, 2008, кн. II]. А поскольку, в силу загрязнения поверхностных вод, роль подземных источников в водном хозяйстве и, особенно, в водоснабжении городов, в последнее время резко возросла (в отдельных странах на их долю приходится до 50% общего водозабора), истощение водоносных горизонтов ведёт к острой нехватке пресной воды в ряде регионов мира. К тому же потребность в пресной воде растёт быстрее, чем население, и чтобы удовлетворить, например, растущий спрос на продовольствие, доля мирового урожая, получаемого за счёт орошения, должна будет возрасти к 2025 г. почти наполовину, по сравнению с концом прошлого века.

Однако в мире уже сегодня имеется дефицит пресной воды, равный примерно восьми годовым стокам Нила. По подсчётам специалистов, на территории речных бассейнов, где острый водный дефицит наблюдается, как минимум, месяц в году, проживает 2,7 млрд человек. Особенно острая ситуация так называемого «водного стресса» возникает при совпадении периода низкого стока с сезоном высоких потребностей сельского хозяйства в орошении. По оценкам Международного Института водного хозяйства, к 2025 г. миллиард человек будет жить в странах с абсолютным дефицитом воды. Это, прежде всего, регионы Ближнего Востока и Южной Азии, большая часть Африки, а также север Китая. И даже при высокой эффективности ирригации эти регионы не смогут поддерживать производство продовольствия на орошаемых землях на уровне, необходимом для удовлетворения их промышленных, бытовых и экологических нужд. Как отмечают авторы книги «После Мальтуса» (Beyond Malthus), «растущий дефицит пресной воды, возможно, самая недооцениваемая сегодня ресурсная проблема» [Brown et al., 1999].

Большую часть земной суши от приполярной тундры до раскалённых песков пустынь покрывает так называемая «плёнка жизни». Этот непрерывный живой покров – результат длительной эволюции, в процессе которой виды и их сообщества освоили всё геоклиматическое разнообразие земных условий за счёт высокой дифференциации жизненных форм и сообществ организмов. Это то, что называют *биоразнообразием*, – термин, известный сегодня даже неспециалисту⁷. Именно оно позволяет каждому живому существу с максимальной эффективностью использовать природные ресурсы в пределах своего местообитания и своей экологической ниши, которую можно уподобить жизненному амплуа или «профессии» организма. И хотя под воздействием катастрофических подвижек земной коры, вулканической деятельности или

⁶ Наряду с первичным засолением поверхностных вод и почвы встречается и вторичное антропогенное засоление – когда в результате гидромелиорации в сухих степях, саванне, прериях и пампасах с расположенными на глубине водоносными горизонтами, соприкасающимися с солесыщенными породами, на поверхность прорывается высокоминерализованная вода, с которой из-за сильной засушливости почва не имела капиллярной связи. Когда же начинается активный полив сельхозугодий, такая связь – из-за избыточности орошения – устанавливается практически неизбежно. При этом пресная вода, проникая вглубь, минерализуется, поднимается по капиллярам в почву, испаряется, а принесённая ею соль остаётся в почве и в ней накапливается.

⁷ Вообще понятие биоразнообразия относится не только к биоте в целом, но и к отдельным экосистемам, климатическим зонам, ландшафтам, акваториям. Предложены различные способы его измерения. Самый простой из них – количество биологических видов, обитающих в пределах того или иного биотопа, более сложные меры основаны на понятиях и методах теории информации.

столкновений с астероидами жизнь на Земле, возможно, и прерывалась в отдельных зонах, но постоянно находились формы, способные пережить кризис и заполнить образовавшиеся бреши. Эта непрерывность развития жизни обеспечивается благодаря биологическому разнообразию – важнейшему фактору поддержания функциональной структуры биосферы и эффективности биогенных процессов в экосистемах. Обеспечивая необходимый адаптационный потенциал биоты, биоразнообразие создаёт предпосылки для её существования и развития в постоянно изменяющейся среде.

Однако с началом активной хозяйственной деятельности человека это бесценное эволюционное завоевание оказалось под угрозой. Разрушение экосистем и техногенное преобразование ландшафта подрывает основы существования многих видов и их сообществ, часть которых уже исчезла с лица Земли, а другая находится на грани вымирания. Ситуация осложняется ещё и тем, что многие виды исчезают, даже не будучи идентифицированными, что особенно характерно для великого множества насекомых и простейших организмов, обитающих под пологом тропического леса. А если ограничиться только позвоночными, то после 1600 г. с лица Земли ещё до конца XX века исчезло 23 вида рыб, 2 – амфибий, 113 – птиц и 83 – млекопитающих [McNeely, 1992].

Каждый из исчезнувших видов – окончательная и невозполнимая потеря для биосферы (эволюция не знает обратного хода), но ещё гораздо большее их число находится под угрозой этого исчезновения: 24% видов млекопитающих, 12% видов птиц и 30% видов рыб [Species Survival Commission, 2000]. И нетрудно представить, в какой видовой пустыне может лет через сто оказаться нынешний «властелин планеты» в случае сохранения этой губительной тенденции: у такой биоты будет очень мало шансов сохраниться при сколько-нибудь значимых изменениях окружающей среды.

В последние два десятилетия в рамках WWF разработана программа, направленная на то, чтобы обеспечить постоянный мониторинг глобального биоразнообразия. Это так называемый индекс живой планеты, позволяющий, на основе обобщённых данных об изменениях численности популяций позвоночных животных в разных странах и климатических зонах мира, судить об экологическом состоянии биосферы. Вот, например, как выглядит динамика глобального индекса живой планеты за период с 1970 по 2008 гг. (1970 г. взят за начальную точку отсчёта, и его значение за этот год принято за единицу) – рис. 1-7.

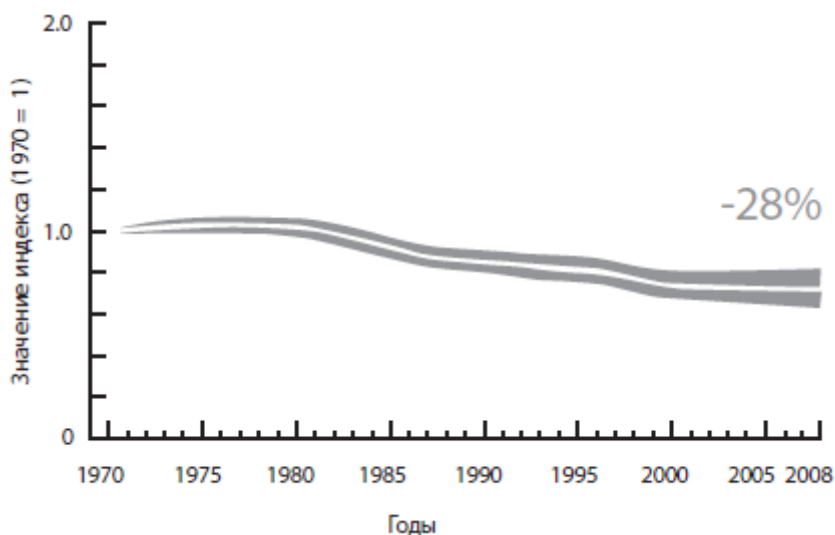


Рис. 1-7. Глобальный индекс живой планеты 1970-2008 гг. Источник: http://www.ecology.md/pics/2012/06/ecoset_jivaia_Planeta_2012_02.jpg

Из графика видно, что за последние 40 лет этот количественный показатель снизился почти на 30%, т.е. поголовье дикой фауны сократилось почти на треть. Особую тревогу вызывает ситуация, сложившаяся в тропической зоне, где снижение индекса достигло 60%, а для пресноводных видов – даже 70% [Живая планета 2012]. В то же время для умеренной климатической зоны индекс живой планеты за тот же период вырос на 30%.⁸ Однако это вовсе не означает, что экосистемы данной зоны находятся в существенно лучшем положении в сравнении с экосистемами тропиков, поскольку популяционный индекс не учитывает огромных потерь биоразнообразия за период, предшествовавший 1970 г. И если бы мы могли рассчитать динамику индекса живой планеты для умеренной зоны за несколько столетий, а не десятилетий, то, вероятно, увидели бы спад, подобный тому, что наблюдается в наши дни в тропической зоне, но только растянутый во времени.

И всё-таки рост индекса для умеренной климатической зоны говорит о принципиально важной перемене: негативную тенденцию удалось переломить благодаря проводимой в жизнь программе природоохранных мероприятий. Так, за минувшие 40 лет после прекращения китобойного промысла популяция гренландского кита увеличилась в пять раз – с 1-3 тыс. до 10 тыс. особей. Выросло поголовье птиц водно-болотных угодий в США, а в Великобритании морских и зимующих птиц [Angliss and Outlaw, 2006; Defra, 2010; BirdLife International, 2008]. Эта отрадная сама по себе тенденция свидетельствует также и о доброй воле и ответственном отношении к охране природы в странах этого региона, чего так не хватает большинству развивающихся стран. Отчасти, вероятно, в силу ограниченности экономических ресурсов, но главным образом – по причине недостаточной экологической зрелости, как правило, коррелирующей с уровнем благосостояния нации (рис. 1-8).

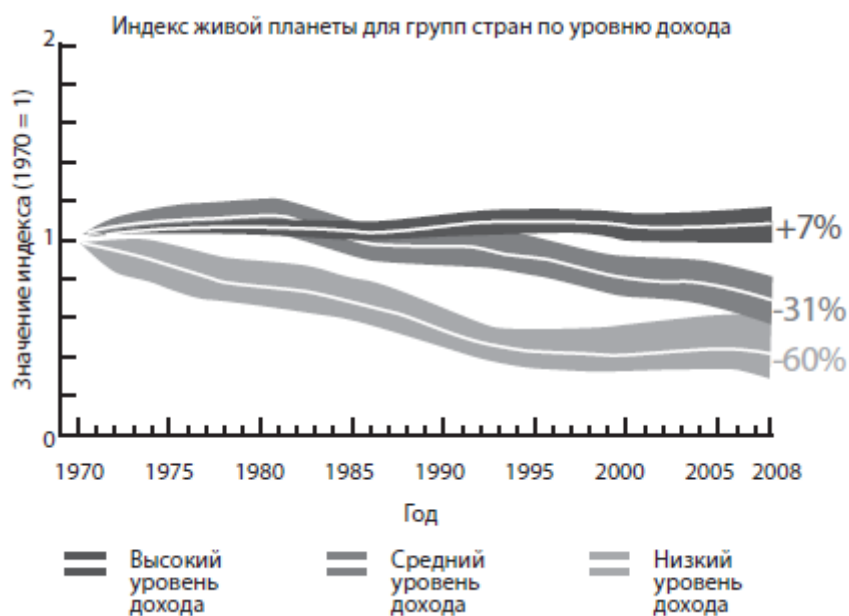


Рис. 1-8. Индекс живой планеты 1970–2008 гг. для трёх групп стран в зависимости от уровня дохода на душу населения. Источник: http://problemanalysis.ru/ac/cifra_488.html

Сколько бы ни ломалось копий вокруг проблемы глобального потепления, значительное большинство специалистов сходится на том, что человек повинен в

⁸ Собранные данные характеризуют прежде всего состояние европейских и североамериканских популяций, поскольку информация о диких животных видах Северной Азии весьма неполна.

нём не менее чем на 50%. Однако львиная доля внимания уделяется при этом антропогенным выбросам углерода. Роль экосистем – лесов, степей, водно-болотных угодий и т.д., служащих природным резервуаром для поглощения избыточной двуокиси углерода и успешно уничтожавшихся человеком на протяжении всей его многотысячелетней истории, к сожалению, остаётся как бы в тени, что, в общем, объяснимо. Ведь причинно-следственная цепочка, обычно фигурирующая, когда речь заходит о климатических изменениях (рост выбросов парниковых газов – повышение их концентрации в атмосфере – усиление парникового эффекта – глобальное потепление), «линейна» и достаточно показательна. А, главное, понятно, что в этой ситуации надо делать: ограничивать объёмы сжигаемого органического топлива, использовать альтернативные источники энергии, внедрять энергосберегающие технологии и т.д. Но как быть с распаханными степями и сведёнными лесами, восстановление которых требует многих десятков, а то и сотен лет – при условии, разумеется, прекращения эксплуатации основной массы этих земель? Как быть с пустынями, которые «благополучно» образовались на месте сожжённых, вновь выросших и снова сожжённых лесов, как бывает при подсечно-огневом земледелии, да так, что и почвы никакой уже в этих местах не осталось? Причём при решении этих задач не следует забывать, что роль биоты в климатических изменениях крайне сложна и неоднозначна и вовсе не сводится к одному лишь поглощению избыточного углерода.

Так, например, в процессе активного испарения – транспирации влаги – над лесами формируются облака, причём конденсация водяного пара сопровождается падением давления в атмосферном столбе воздуха и притоком воздушных масс со стороны океана (подробнее об этом см. гл. 11). Таким образом, ненарушенные экосистемы активно влияют не только на континентальный влагооборот, но и на климатическую систему в целом. И выпадение этого механизма не может не сказаться на ней самым непредсказуемым образом. То есть речь должна идти не просто о потеплении, но о разбалансировке всей климатической машины, колоссальная сложность которой до конца не вписывается ни в какие компьютерные модели и их ансамбли.

Конечно, климатическая система подвижна уже по самому своему определению (полная устойчивость климата возможна только на космических объектах, подобных нашей Луне, если только допустимо применять к ней такое понятие, как климат), и её параметры подвержены постоянным колебаниям вокруг некоторых средних значений, которые и сами могут изменяться за достаточно длительные периоды времени). Однако в последние десятилетия климатические аномалии на Земле превратились в своего рода норму. Мощнее стали циклоны и антициклоны, которые перемещаются на бóльшие расстояния и резче сменяют друг друга. Характерной стала региональная неравномерность и неустойчивость климатической ситуации. Так, в США в одно и то же лето 1994 г. были зафиксированы рекордно низкие температуры в восточных штатах и одновременно побит рекорд жары на калифорнийском побережье, где температура достигала 48,8°C [Кондратьев и др., 2005].

В эту же картину вписывается и аномалия сезонного сдвига в Северном полушарии, наметившаяся с середины прошлого века. Так, если в предшествующие 350 лет сезонный сдвиг не превышал одних суток за столетие, то в последние полвека смена сезонов над сушей наступает в среднем на 1,7 дня раньше, чем в первой половине XX века, и на 1 день позже, по сравнению с тем же периодом, над океаном. А разница в температурах между сезонами уменьшилась в среднем на 2,5°C. И все эти изменения находятся за пределами случайных колебаний [Stine et al., 2009].

Но, может быть, особенно показательны в этом плане участвовавшие природные катастрофы и стихийные бедствия – наводнения, засухи, ураганы, смерчи, лесные пожары и пр. Ежегодно свыше 200 млн чел., в особенности в развивающихся странах, страдают от стихийных бедствий. В таблице 1-1 показана динамика крупнейших природных катастроф во второй половине XX века в разбивке по десятилетиям. Из неё видно, как от десятилетия к десятилетию набирает силу этот мощный вал природных катаклизмов, пожирающий десятки тысяч человеческих жизней (за последние четверть века ежегодное число жертв выросло по сравнению с 1990 г. в 4,5 раза) и требующий многомиллиардных средств на устранение его последствий.

Таблица 1-1

Показатель	1950–1959	1960–1969	1970–1979	1980–1989	1990–1999
Число природных катастроф	20	27	47	63	91
Экономические потери млрд долларов	42,1	75,5	138,4	213,9	659,9

Статистика крупнейших природных катастроф во второй половине XX века. Источник: [Кондратьев и др., 2005. С. 57–76].

И этот неуклонный рост тоже, конечно, не может быть случайностью. Как полагает большинство климатологов, он является следствием дестабилизации климата, связанной с хозяйственной деятельностью человека. Так, согласно исследованиям, проведённым страховой компанией Travelers Corporation, США (а страховые компании первыми несут убытки от всевозможных торнадо, ураганов и наводнений), повышение средней приземной температуры всего на 0,9°C достаточно для того, чтобы число ураганов, обрушивающихся на побережье США, возросло на треть [van Aalst, 2006]. А, между тем, в «Отчёте о состоянии глобального изменения климата» международной группы экспертов МГЭИК, опубликованном в 2013 г. в Стокгольме, речь идёт уже не о 2°C повышения средней глобальной приземной температуры, прогнозируемой к концу столетия, а о 4–6°C.

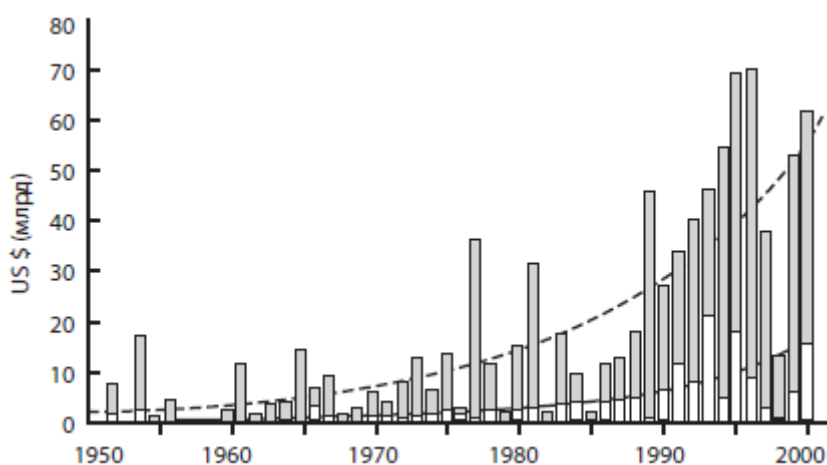


Рис. 1-9. Экономические потери от стихийных бедствий. Серые колонки и пунктирная линия – стихийные бедствия. Белые колонки и сплошная линия – страховые выплаты. Ущерб был особенно велик в 1990-е гг. и достиг максимальных значений в 1995–96 гг. Источник: Global Environment Outlook 2003.

На рис. 1-9 приведены данные германской страховой компании «Münich Re» о росте природных катастроф во второй половине XX века и о понесённом от них материальном ущербе. Некоторое снижение количества катастроф в конце XX столетия было с лихвой компенсировано в первые же годы XXI века новыми природными бедствиями с многочисленными жертвами и многомиллиардными разрушениями и убытками.

* * *

Особый аспект глобального экологического кризиса – стремительное накопление в окружающей среде *отходов хозяйственной деятельности* человека, в том числе продуктов химического синтеза с выраженными токсическими свойствами.

Существует представление, что именно отходы и загрязнение окружающей среды составляют главную угрозу современной цивилизации (насколько оно справедливо, речь пойдёт впереди). Действительно, объём отходов производственной деятельности имеет поистине циклопические масштабы, которые не могут не поражать воображение. Так, в расчёте на одного жителя Земли из её недр ежегодно извлекается и перемещается 50 т сырого вещества, причём лишь 2 т из них превращаются в конечный продукт. Следовательно, проведя эту гигантскую работу, человечество получает в итоге почти столько же – 48 т отходов на человека, из которых 0,1 т опасных, а в развитых странах – даже 0,5 т опасных отходов на душу населения [Арский и др., 1997; Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Но даже и эти 2 т конечной продукции, есть, в сущности, тоже отход, только отложенный или перенесённый в будущее, как «подарок» следующим поколениям. С точки зрения эколога, практически всё, создаваемое человеком в материальной сфере, рано или поздно становится отходом. Ведь с экологических позиций даже египетские пирамиды или археологические культурные слои представляют собой род долгоживущих отходов, позволяющих человечеству познавать свою историю.

Разумеется, разные отходы вносят далеко не одинаковый вклад в загрязнение окружающей среды. И в этом смысле химически активные вещества и продукты находятся, по-видимому, вне конкуренции.

Одни из них, обладая высокой устойчивостью и длительным периодом существования до разрушения, сохраняются и накапливаются во всех средах, включая организм человека. Другие разрушаются в ходе биологических процессов, а их накопление возникает лишь тогда, когда поток этих веществ превышает возможности их биологической деструкции [Одум, 1975]. Короткоживущие поллютанты (время жизни в пределах недели), попадая в атмосферу, становятся причиной региональных загрязнений. А при временах жизни более 6 месяцев это загрязнение приобретает глобальный характер.

Типичными загрязнителями атмосферы являются *аэрозоли* – мельчайшие взвешенные частицы размером от 0,1 до сотен микрон. В состав их входят как твёрдые (пыль, зола, сажа), так и жидкие компоненты (окислы серы и азота, аммиак, летучие органические углеводороды). Кроме того, на них абсорбируются многие металлы (в частности, свинец) и высокомолекулярные токсичные соединения. Попадая в дыхательные пути человека, некоторые из них (пылевые частицы, двуокись азота, диоксид серы) оказывают непосредственное раздражающее и аллергизирующее воздействие. Другие, проникая в кровяное русло, обладают общетоксическим эффектом. Особенно опасен так называемый фотохимический смог – «адская смесь» из выхлопных газов и выбросов промышленных предприятий, в которой под влиянием солнечной радиации начинаются фотохимические реакции с образованием этилена, озона и др.

Особую категорию загрязнителей представляют *опасные отходы* и *супертоксиканты*, 90% которых производится в промышленно развитых странах, причём пальма первенства здесь принадлежит США. Однако в последние десятилетия интенсивное наращивание производства опасных отходов распространилось и на многие развивающиеся страны, включая и крупнейшие из них, такие как Китай, Индия, Бразилия, а также стран постсоветского пространства (Россия, Украина), хотя данные об этом, как правило, не афишируются, занижаются или скрываются.

Благодаря стараниям прессы и телевидения немало веществ из этой группы у всех уже на слуху. Это, например, тяжёлые металлы и пестициды, а также родственные им соединения из группы ароматических хлорированных углеводородов – диоксины, бифенилы, фураны и пр. Все они весьма стойки в окружающей среде, плохо поддаются химическому и биологическому разложению (поскольку неизвестны биоте), а потому могут сохраняться десятки лет, проникая во все среды и встраиваясь в движение по трофическим цепям, связывающим между собой различные биологические виды. Так, например, диоксины, образуемые в качестве побочного продукта многих технологических процессов, обнаружены не только в атмосфере, воде и почве, но и в продуктах питания, в том числе материнском молоке человека и других млекопитающих. А о поистине глобальном распространении этих поллютантов свидетельствует нахождение их в заметных количествах даже за полярным кругом, в тысячах километров от источников выброса. Некоторые из них воздействуют на гормональную, нервную и репродуктивную систему, в силу чего их и называют супертоксикантами. [Окружающая среда, 1993; Colborn et al., 1996, Varanowska, et al., 2005].

О роли пестицидов в загрязнении почвы и водной среды напоминать, вероятно, излишне. Они начали своё триумфальное шествие с открытия в 1938 году знаменитого ДДТ (дихлортрифенилтрихлорэтана) швейцарским химиком П. Мюллером, удостоенным за это Нобелевской премии, а сразу после Второй мировой войны их производство было поставлено на поток. В настоящее время в мире используется около 180 наименований пестицидов, а их суммарное производство в начале 1990-х гг. составило 3,2 млн т, или 0,6 кг на одного жителя Земли. Правда, в развитых странах в последние десятилетия наметился более жёсткий подход к применению пестицидов, приведший к запрету ДДТ, взамен которого используются их менее опасные формы. Однако в странах «третьего мира» применение пестицидов не только не свёртывается, но по-прежнему растёт.

В экопатологии пестицидам присвоен наивысший стрессиндекс – 140 (далее идут тяжёлые металлы, транспортируемые отходы АЭС и токсичные твёрдые отходы). Как правило, на гектар пашни вносится от 0,5 до 11 кг этих ядохимикатов, причём до 50% их сразу же попадают в отход и в этом состоянии они накапливаются в почве и грунтовых водах. А в силу плохой осведомлённости людей в мире ежегодно фиксируется от 500 тыс. до 2 млн несчастных случаев отравления пестицидами, из которых от 10 до 40 тыс. приводят к летальному исходу [Окружающая среда, 1993].

В нашумевшей в своё время книге Рэчел Карсон «Безмолвная весна» (Silent Spring, 1962) – одном из первых ударов тревожного колокола – её автор, американская журналистка, писала, что вся человеческая популяция стала объектом воздействия химикатов, и никто не знает, каковы будут отдалённые последствия. Сейчас, по прошествии почти полувека, последствия эти постепенно проясняются.

Выяснилось, в частности, что экотоксиканты – применяемые в сельском хозяйстве пестициды (помимо запрещённого к производству ДДТ) и гербициды, выбрасываемые промышленностью и транспортом полихлорированные бифенилы, диоксины, фураны и др., а также ряд металлов – кадмий, свинец, ртуть, самыми разнообразными путями попадающие в организм человека, ответственны за многие нарушения в эндокринной системе, в том числе гормонально обусловленный рак груди и предстательной железы, снижение качества спермы, бесплодие, врождённые уродства и т.д.

Многие из этих веществ в силу их крайне медленного разложения имеют свойство накапливаться в организме. Так, свинец концентрируется в костной ткани – его содержание в костях современного человека почти в 1000 раз превышает показатели, характерные для людей, живших 1,5 тыс. лет назад [Худолей, Мизгирев, 1996]. А хлорированные бифенилы накапливаются в жировой ткани и с каплями жира проникают в грудное молоко. Как показали анализы проб сырого молока, даже в благополучнейшей Баварии в каждой третьей пробе были обнаружены бифенилы в концентрациях, превышающих предельно допустимые [Окружающая среда, 1993].

В общем, используя известную формулу, можно сказать, что «химизация» биосферы – уже свершившийся факт. В активном обороте на мировом рынке находится от 100 до 200 тысяч разнообразных, в том числе искусственно синтезированных веществ, причём для 80% результаты их воздействия на живые организмы практически неизвестны и вряд ли когда-нибудь будут полностью изучены. Передаваясь по трофическим цепочкам, некоторые из них способны накапливаться в их верхних звеньях, включая человека, в концентрациях, превосходящих исходную в сотни тысяч и даже миллионы раз. Так что нашу цивилизацию с полным правом можно приравнять к гигантскому виварию, где подопытные кролики – сами люди, испытывающие на себе действие неизвестных им препаратов [Coman, et al., 2007].

* * *

Но есть ли всё же надежда справиться с этой безбрежной химической рекой, угрожающей самому существованию человека? И можно ли с помощью новейших технологий как-то совладать с тем океаном отходов, из которого она берёт своё начало? Что касается первого вопроса, то он, к сожалению, остаётся пока без ответа. А вот о широко бытующей иллюзии, будто с помощью каких-нибудь новейших технологий, пусть даже ещё не созданных, можно со временем избавиться от отходов, стоит, пожалуй, поговорить подробнее⁹.

Начнём с мусоросжигания, поскольку это самый, казалось бы, очевидный и прямой путь к уничтожению твёрдых отходов. Между прочим, этому старому, испытанному методу уже больше 140 лет. Но вот с середины 1980-х гг. целый ряд государств Европы и Америки начали понемногу свёртывать подобные производства.

Почему? Выяснилось, во-первых, что если в твёрдых отходах одновременно присутствуют соединения хлора и металлы переменной валентности, то в процессе мусоросжигания образуются высокотоксичные диоксины. Кроме того, сжигание, хотя и сокращает объём твёрдых отходов более чем в 10 раз, превращая их в золу и шлаки, сопровождается образованием из каждой тонны твёрдого мусора в среднем 6 тыс. м³ дымовых газов, содержащих диоксид серы, окислы азота и углерода, углеводороды, тяжёлые металлы, не говоря уж об упомянутых выше диоксинах. И

⁹ Нижеследующий раздел гл. 1 написан с использованием материалов К.С. Лосева.

весь этот дымовой шлейф, попадая через заводские трубы в атмосферу, разносится воздушными потоками на сотни и тысячи километров. Правда, сейчас некоторые страны снова обращаются к сжиганию, но уже на иной технологической основе – со специальными фильтрами и предварительной сортировкой отходов, новыми технологиями высокотемпературного сжигания, исключая образование таких продуктов горения, как диоксины, бенз(а)пирен и пр.

Пример мусоросжигания – всего лишь иллюстрация к фундаментальному закону сохранения вещества, согласно которому однажды возникший отход уничтожить уже нельзя. И, видимо, не случайно в живой природе отходов как таковых не существует. Продукты жизнедеятельности организмов и их органические остатки встраиваются в замкнутые трофические цепочки и в той или иной форме участвуют в круговороте биогенов. Человек производит, конечно, разные отходы, но здесь идёт речь о тех, которые чужеродны его природному окружению и потому не могут участвовать в биосферном круговороте, т.е. представляют для биосферы чистый балласт. Поэтому их можно лишь спрятать (захоронить) или перевести из одного фазового состояния в другое, рассеять в окружающей среде, можно, наконец, переработать в какой-то другой, менее токсичный продукт, который сам, в свою очередь, также становится отходом.

Таким образом, решение проблемы, причём тоже, увы, не радикальное, возможно лишь на путях создания ресурсосберегающих технологий либо такой организации системы производства, когда отходы одного предприятия становятся сырьём для другого. Последняя схема была, в частности, реализована в Дании – это знаменитый эко-индустриальный парк Калундборг (Kalundborg). Однако и за подобной многообещающей вывеской также скрывается известная часть не утилизированных отходов. А главное – сама продукция Калундборга есть опять-таки отход, только отложенный, уходящий за пределы данного производства, замкнуть которое полностью, в конечном счёте, так и не удаётся. В целом же рециклирование, т.е. использование отходов в качестве сырья, применяется в мире достаточно широко, причём наибольшие успехи достигнуты здесь Японией. Повторно или путём рециклинга здесь утилизируется около 210 млн т, или 10% от 2,6 млрд т ежегодно образующегося в стране потока отходов.

К сожалению, однако, все такого рода технологии дороги, а кроме того, связаны с большими энергозатратами. Всякое же производство энергии означает неизбежное давление на окружающую среду и, в конечном счёте, её деформацию и разрушение, нередко превосходящие все позитивные результаты. Например, та же Япония, признанный лидер в данной области, сумела провести в 1970–90-х гг. структурную перестройку своей экономики, в результате чего в ней резко сократилась доля сырьевых отраслей и так называемых «грязных» производств. А приоритет был отдан индустрии услуг, информатике, «высоким» технологиям и экоэффективному производству, построенному на принципах ресурсосбережения, рециклирования и удлинения жизни конечных продуктов.

И что же? Несмотря на сокращение сырьевой индустрии, материальный поток там не только не сократился, но даже возрос, а с ним выросла и масса образующихся при его переработке отходов. А главное – на 15% увеличилось потребление энергии на душу населения [Quality of the environment in Japan, 1999]. Аналогичное положение имеет место и в США, и в странах Западной Европы. И, видимо, не случайно огромные затраты в последней четверти XX века на охрану окружающей среды и трансформацию «грязной» экстенсивной экономики в ресурсосберегающую интенсивную так и не обеспечили в этих странах к началу нынешнего столетия существенного снижения душевого потребления энергии

[Global environment outlook 2000, 1999]. Наоборот, во многих из них оно продолжало расти, а это, как уже было сказано, для экологии плохой симптом.

Не многим разнятся по своим глобальным результатам и широко рекламируемые отдельными государствами меры по локальной очистке окружающей среды. Да, частные успехи тут налицо, и в качестве примера обычно приводят Великие озёра в США и Рейн в Германии, состояние которых (особенно последнего) 40–50 лет назад было и вправду ужасающим¹⁰. Однако занимался ли кто-нибудь расчётами общего экологического баланса этой локальной очистки? Сколько, например, было затрачено на неё энергии и материалов и каковы оказались экологические последствия для стран, откуда они были заимствованы? И для тех, куда были переведены предприятия с «грязными» технологиями?

А ведь достижение частного экологического успеха в одной стране – по закону сообщающихся сосудов – часто оплачивается потерями в других регионах, так что суммарные экологические издержки, как правило, превышают выгоды от местной, локальной очистки. Последнее косвенно признаётся и в докладе «Живая планета 2012» Всемирного фонда дикой природы, где говорится, что возможность богатых стран импортировать ресурсы из более бедных способствует «деградации их биоразнообразия, одновременно снижая нагрузку на экосистемы в своём собственном “дворе”» [WWF. 2012]. И если на фоне выправляющегося положения на отдельных территориях продолжает ухудшаться глобальная экологическая ситуация, то это скорее говорит о том, что в масштабах планеты подобные меры больше напоминают «заметание сора под кровать».

Так что знаменитый тезис Римского клуба: «мыслить глобально, действовать локально» пора бы, на наш взгляд, пересмотреть за счёт второй его части: не только мыслить, но и действовать глобально. Или, во всяком случае, рассматривать под этим углом зрения результативность любых локальных шагов и решений.

Итак, человеческая цивилизация за время своего существования фактически не создала ни одной технологии, которая так или иначе не деформировала бы окружающую среду. На протяжении долгих столетий биосфера небезуспешно сопротивлялась этой разрушительной деятельности человека. Но, начиная с первого десятилетия XX века, взаимодействие человека и природы перешло как бы в новое качество: во всех средах возникли никогда ранее не наблюдавшиеся односторонние изменения, и их скорость продолжает неуклонно расти. А это означает, что собственные компенсаторные возможности биосферы уже не способны противостоять влиянию цивилизации, которое при достигнутых масштабах стало губительным. И этот беспрецедентный экологический кризис развился на глазах всего одного-двух поколений.

¹⁰ После Второй мировой войны растущее загрязнение привело к уменьшению в водах Рейна концентрации растворённого в них кислорода, от которого зависят практически все речные формы жизни. Своего минимума его уровень достиг примерно в 1970 г., и река стала почти безжизненной. Положение улучшилось к 1980 г., в основном за счёт больших финансовых вложений в водоочистку. Однако с токсичными тяжёлыми металлами очистные сооружения справиться не могли. Их концентрация в водах Рейна уменьшилась лишь тогда, когда страны, через чью территорию протекает река, приняли жёсткие законы против загрязнения окружающей среды. В результате к 2000 г. тяжёлых металлов в воде почти не осталось, однако в иле и в донных отложениях они всё ещё сохраняются. Продолжает оставаться высокой и концентрация хлора, а также нитратов вследствие стоков с сельскохозяйственных полей. Тем не менее, в 1996 г. в водах верхнего Рейна был обнаружен первый лосось, исчезнувший здесь больше 60 лет назад [Weber, 2000].

Глава 2. КРИТИЧЕСКАЯ ПЕРЕНАСЕЛЁННОСТЬ ПЛАНЕТЫ

Искусственные агроценозы как стартовая площадка демографического роста – От неолитической до промышленной революции – Наполеоновские войны в зеркале демографии – Стабилизация в развитых странах – демографический взрыв в развивающихся – Между популяционными К- и r-стратегиями – «Энергетический секрет» запредельного роста человечества – Достанет ли времени для завершения демографического перехода

Примерно полтора миллиона лет понадобилось виду *Homo sapiens* и предшествовавшим ему гоминидам, чтобы увеличить свою численность от нескольких сотен тысяч особей до 5–10 миллионов [Капица, 1995]. За это время наш доисторический предок перешёл от простого собирательства к собирательству, дополненному охотой и рыболовством, и сформировал для них соответствующие технологии. Вооруженный этими технологиями, он сумел продвинуться из субтропиков, где только и мог возникнуть человек-собиратель, в районы с более суровым климатом, которым отличалась Земля в эпоху последнего оледенения. В этой глобальной экспансии ему помогли также овладение огнем, умение шить одежду из шкур и оборудовать укрытия от непогоды.

Всё это позволило нашему пращуру расширить ареал своего обитания и 35–30 тыс. лет назад расселиться по всей Евразии, а также достигнуть Австралии. А примерно 12–15 тыс. лет назад, в конце последнего оледенения, ему удалось проникнуть и на Американский континент (по льду Берингова пролива, а возможно, и по его дну – ведь из-за сильного похолодания уровень Мирового океана был тогда значительно ниже). Таким образом, почти вся планета фактически стала его ойкуменой. А внегенетический способ наследования информации – использование опыта, технологий и культурных навыков, передаваемых из поколения в поколение, – поставил человека в исключительное положение среди других видов.

Особенно важную роль сыграло при этом овладение метательными орудиями – луком и стрелами, дротиками, копьями, позволявшими вести охоту на крупных травоядных животных. А основным методом охоты стал загонный, в ходе которого животное загоняли в специально оборудованные ловушки, что дало основание учёным назвать этот период «эпохой Великих Загонщиков». На Ближнем Востоке и сейчас ещё можно увидеть с воздуха следы этих гигантских сооружений, простиравшихся порою на несколько километров и заканчивавшихся каменным мешком с дополнительными ответвлениями и камерами.

Успешная охота на крупных животных и стала, по-видимому, одной из главных причин быстрого расселения человека с одновременным ростом его численности (*первый этап* глобального роста человечества). А недостатка в объектах охоты в то время не ощущалось. На степном юге, на территории нынешних Сирии и Иордании кочевали несметные стада джейранов и сайгаков, а в тундростепях предледникового пояса – представители мамонтовой фауны: мамонты, зубры, овцебыки, бизоны, которых древний человек истреблял тысячами благодаря усовершенствованным орудиям и изощрённым приёмам охоты. И это поставило его в положение «монополиста», подчинившего своей власти другие биологические виды.

Но экологическая монополия чревата непредсказуемыми последствиями, в том числе и для самого вида-монополиста. Начавшееся 10–12 тыс. лет назад таяние и отступление ледникового покрова в Евразии и Северной Америке резко изменило ландшафты этих территорий и привело к вымиранию обитавшей здесь мамонтовой фауны, что привело к подрыву промысловой базы неолитического охотника и

последовавшему затем тяжёлому продовольственному кризису. Не исключено, впрочем, что его виновниками явились отчасти и сами первобытные охотники вследствие так называемого перепромысла, истощавшего охотничьи ресурсы. «Перепромысел, – как пишет В.Р. Дольник, – повсюду рано или поздно приводил их (первобытных охотников. – Авт.) к экологической катастрофе. Узкие специалисты, они повсеместно начали вымирать, а их остатки «скатывались» к собирательству или примитивным незагонным способам охоты» [Дольник, 1995].

Но, так или иначе, в конце ледникового периода антропологами действительно фиксируется резкое сокращение числа неолитических стоянок в ряде регионов, на основании чего была выдвинута гипотеза о вымирании охотничьих племен и падении численности населения планеты (по некоторым оценкам, до 10 раз). Впрочем, процесс этот был, по-видимому, сильно растянут во времени и достаточно постепенен, а высокая пластичность охотничьих племен и накопленный ими немалый культурный опыт позволили перейти к промыслу растительноядных животных меньших размеров, стада которых не замедлили занять огромные освободившиеся после таяния ледника территории.

Однако в регионах с более тёплым климатом и с давними традициями собирательства культурная эволюция человека пошла иным путём. Причём ставка была сделана на обеспечение его максимально возможной независимости от капризов природы. Это произошло примерно 10 тыс. лет назад, т.е. в начале неолита, когда человек освоил культурное земледелие и скотоводство. В историческую науку этот судьбоносный переворот вошел под названием *неолитической, или сельскохозяйственной, революции* – термин, введенный в науку в 1925 г. австралийским археологом В.Г. Чайлдом (Vere Gordon Childe).

Согласно гипотезе Н.И. Вавилова, географической прародиной современного земледелия стали речные долины «плодородного треугольника» на Анатолийском плато (современная Турция), в истоках рек Тигра и Евфрата. Во всяком случае, именно там, как подтвердили позднейшие раскопки, зародилась культура возделывания пшеницы. Таким образом, перейдя от присваивающей к производящей экономике, древний земледelec и скотовод смог обеспечивать себя продовольствием на совершенно новой основе. Именно это явилось причиной *второго этапа* глобального роста населения.

Правда, этот рост охватывал поначалу лишь ограниченные территории восточного Средиземноморья и долин рек Инд и Хуанхэ – колыбели первых сельскохозяйственных цивилизаций. Но в его итоге за 10 тыс. лет люди увеличили свою численность более чем на порядок – от примерно 10 млн до 200–250 млн к началу нашей эры [Максаковский, 2008]. И это несмотря на высокую детскую смертность, связанную с высокой плотностью населения в очагах древнего земледелия, провоцировавшую распространение воздушно-капельных инфекций. Но эта смертность компенсировалась бóльшей продолжительностью жизни и удлинением детородного периода у женщин сверх 25–27 лет, т.е. увеличением рождаемости. При этом в условиях патриархального хозяйства дети виделись уже не как «дар божий», но как необходимое подспорье для родителей. В результате у земледельческих народов выработалась установка на реализацию полной плодовитости женщины (библейское «плодитесь, размножайтесь» было провозглашено именно в эту эпоху) и рождение в среднем 6-11 детей, из которых выживало двое-трое. Как пишет В.Р. Дольник, «в отличие от нас, у наших предков было много братьев и сестер, но не рядом в жизни, а на кладбище» [Дольник, 1992]. То есть высокой рождаемости едва хватало на покрытие детской смертности, а среднегодовой прирост населения составлял в ту пору не более 0,05%.

Этот медленный темп прироста мирового населения сохранялся и в первые 1,5 тыс. лет нашей эры. Помимо великого переселения народов, его сдерживающими факторами служили частые, изнурительные войны, неурожаи и голод, а также вспышки эпидемий, поражавшие время от времени огромные регионы. Были столетия – например, XIII век, – когда население мира вообще не увеличивалось, а с 1300 по 1400 гг. оно даже сократилось. Этот век был отмечен тяжелейшей пандемией чумы, уничтожившей более четверти жителей Европы. В результате к 1500 г. население Земли составляло около 500 млн людей, что в сравнении с началом нашей эры значило лишь увеличение вдвое [Максаковский, 2008].

Существенный перелом в демографической динамике, коснувшийся поначалу лишь Европы, наметился в эпоху Великих географических открытий (XVI–XVII вв.), когда зарождение промышленности, рост городов, успехи медицины и сельского хозяйства стали сказываться и на демографических процессах. Но особенно отчётливо проявилась эта тенденция со второй половины XVIII в., то есть с началом *промышленной революции*, глубоко преобразившей лицо европейского общества и создавшей условия для быстрого роста населения.

Наряду с либеральной экономикой и гражданским обществом, промышленная революция несла с собой и принципиально новые технологии – индустриальные, аграрные, медико-гигиенические, способствовавшие росту продолжительности жизни людей и улучшению её качества, а также снижению детской смертности. Далеко не последнюю роль сыграло и распространение образования, а с ним и основ санитарно-гигиенических знаний. В то же время завезённые с американского континента неведомые ранее сельскохозяйственные культуры необычайно обогатили пищевой рацион жителя Старого Света. А усовершенствованные в Европе сельскохозяйственные технологии, благодаря развитию мореплавания и колониальным завоеваниям, быстро распространились по всем континентам и сделали общепланетарным достоянием.

Всё это послужило предпосылкой для продолжающегося и по сей день *третьего этапа* глобального роста населения и резкого увеличения его численности. За четыре столетия – с 1500 по 1900 гг. – она возросла почти в четыре раза, миновав в 1820 г. первую миллиардную отметку (см. рис. 2-1).

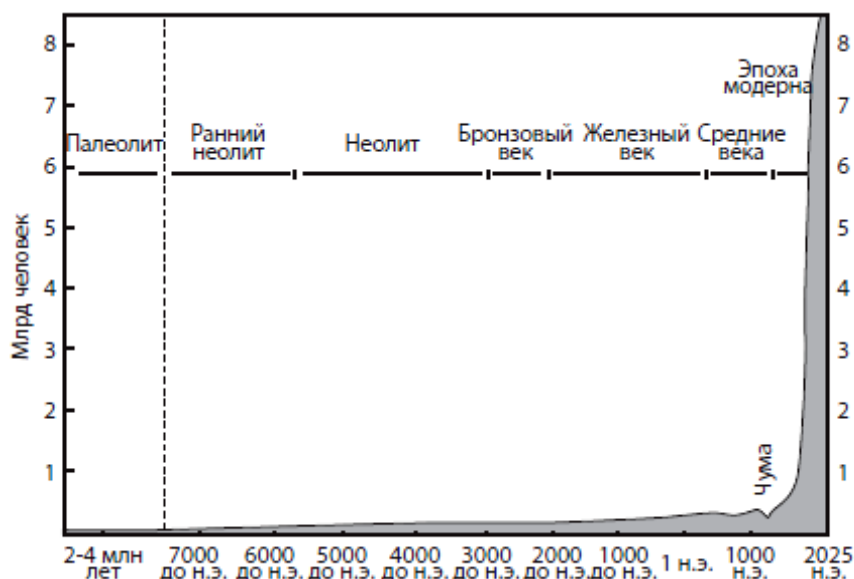


Рис. 2-1. Рост населения Земли, начиная с каменного века (Website SUSP: <http://www.susps.org/overview/numbers.html>).

Скоро, однако, выявились и негативные стороны этого процесса, поскольку на фоне инерционной установки на высокую рождаемость рост населения приобрёл гиперболический характер [Cohen, 1995a, Капица, 2008]. Так, если на рубеже нашей эры темпы прироста населения не превышали 0,05% в год, то к исходу промышленной революции они возросли до 0,5%, то есть в десять раз (!), причём в Европе стал нарастать демографический кризис. Его частичному разрешению способствовала эмиграция населения в страны Нового Света, Сибирь и Австралию.

Вместе с тем возникший избыток рабочих рук создал почву для стремительного экономического подъёма, так как позволял работодателям держать оплату труда на уровне прожиточного минимума (а о том, что это не всегда выгодно для них самих, работодатели в те времена ещё не догадывались [Данилов-Данильян, Сюрпризы..., 2001]). В то же время преобладание в структуре населения молодого контингента облегчило формирование армий и стало причиной выхода на историческую арену энергичной молодой генерации с широкой прослойкой так называемых пассионарных личностей (по терминологии Л.Н. Гумилева), обуреваемых жаждой деятельности и быстрых социальных перемен. Бурные демографические процессы во многом обусловили полосу военных и революционных потрясений в самой Европе, а также колониальные захваты и борьбу за передел мира на других континентах. Свой пик скорости прироста населения Европа миновала в XIX в.

* * *

К 1900 г. численность населения Земли достигла 1,6 млрд людей при годовых темпах прироста 0,8%. Из них на колониальные и зависимые страны, приходилось в тот момент 1070 млн населения, а на развитые (включая Российскую империю и Японию) – 560 млн [World Resources, 1990–1991]. При этом в Европе и Северной Америке XX век ознаменовался постепенной стабилизацией численности населения. Эта новая популяционная стратегия – «низкая рождаемость, низкая смертность, большая продолжительность жизни» – явилась как бы запоздалой реакцией на снижение детской смертности вследствие улучшения условий жизни и достижений в области медицины и гигиены. Процесс постепенного падения рождаемости (1-2 ребенка на семью) продолжается в развитых странах и в наши дни, что привело к резкому снижению роста коренного населения. Практически этот рост поддерживается в настоящее время за счёт мигрантов.

Но совершенно по-иному складывалась в XX в. демографическая динамика в странах «третьего мира». Здесь тоже, благодаря внедрению новых медико-гигиенических стандартов, обеспечению населения чистой водой и смягчению продовольственной проблемы, начала снижаться детская смертность и расти продолжительность жизни. Но если в Европе этот процесс растянулся на два-три столетия, то в развивающихся странах он уложился в считанные десятки лет, что и привело к дестабилизации здесь демографической обстановки.

В результате переход развивающихся стран к уже отброшенной Европой популяционной стратегии «высокая рождаемость, низкая смертность, увеличение продолжительности жизни» произошёл, с одной стороны, с большим отставанием, а с другой, оказался чреват сильнейшим социальным напряжением и периодическими взрывами. Причём темпы годового прироста населения в конце 1960-х гг. достигли здесь 2,5%, чего никогда не наблюдалось в Европе.

Этот период – 1960–1980-е гг. – отмечен небывалым ростом также и общей численности населения Земли – более чем в 1,5 раза. И хотя темпы его прироста с середины 1970-х гг. начали постепенно снижаться (см. табл. 2-1), абсолютный прирост населения продолжал увеличиваться, достигнув к концу XX в. 90 млн человек в год. Такое кажущееся противоречие объясняется большей, чем когда-

либо, базовой величиной мирового населения, превысившей по данным 1995 г. почти вдвое численность людей, проживавших на Земле в 1970 г.

Таблица 2-1

Годы	Прирост населения, %	Годы	Прирост населения, %
1950–1955	1,79	1980–1985	1,71
1955–1960	1,84	1985–1990	1,71
1960–1965	1,98	1990–1995	1,49
1965–1970	2,04	1995–2000	1,35
1970–1975	1,93	2000–2005	1,23
1975–1980	1,72	2005–2010	1,16

Темпы роста населения Земли во второй половине XX – начале XXI в. Источник: World Urbanization Prospects The 2001 Revision, <http://www.un.org/esa/population/publications/wup2001/wup2001dh.pdf>.

Последнее десятилетие XX века оказалось в демографическом плане переломным: популяционная стратегия «снижение смертности, темпов рождаемости и темпов прироста населения», возобладавшая в развитых странах ещё в конце XIX века, начала постепенно завоёвывать позиции и в мире в целом. Этот процесс смены неустойчивого баланса высокой смертности и высокой рождаемости более стабильным балансом низкой смертности и низкой рождаемости получил название *демографического перехода* – термин, введённый в научный оборот в 1945 г. американским демографом Фрэнком Ноутстейном (Frank W. Notestein).

На рис. 2-2 схематически изображён демографический переход в развитых странах Европы и Северной Америки XIX–XX веков и в развивающихся странах последних десятилетий. Из диаграммы видно различие в темпах того и другого: нынешний демографический переход в два раза превышает его темпы в Европе 100-летней давности, не говоря уже о его количественной стороне. Общее число охваченных им людей в 15–20 раз превосходит аналогичные данные в развитых странах.

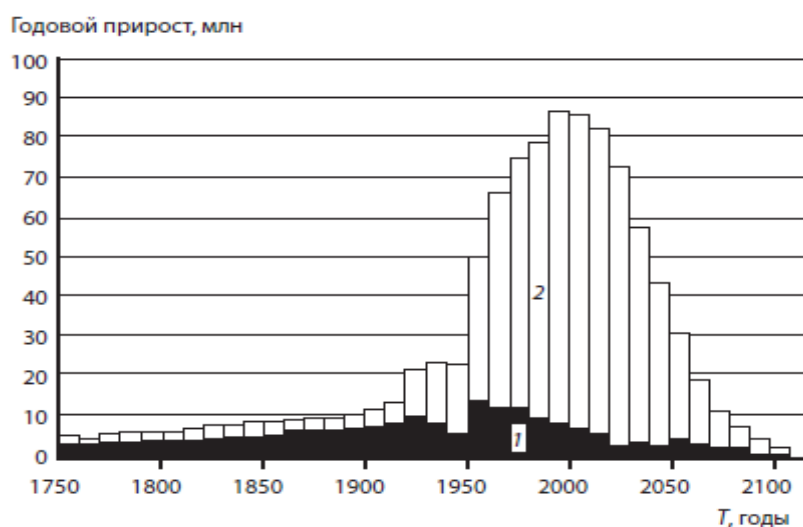


Рис. 2-2. Мировой демографический переход. Данные ООН. Годовой прирост населения с 1750 по 2100 гг., усреднённый за декады (фактический и прогноз). Незачернённая часть колонок (1) – развивающиеся страны, зачернённая (2) – развитые страны.

Нельзя не сказать и о двух других его принципиальных особенностях. Это, во-первых, очень быстрое – в два раза быстрее, чем в развитых странах, – снижение смертности в странах «третьего мира», обусловленное в первую очередь тем, что новые медицинские, санитарно-гигиенические и сельскохозяйственные технологии они получили фактически «готовыми», не только изобретёнными, но и освоенными. А во-вторых, – это сохраняющееся здесь, несмотря на снижение смертности, традиционное демографическое поведение, ориентированное на высокий уровень рождаемости: из 145 млн ежегодно появляющихся сегодня на свет детей 125 млн рождаются в развивающихся странах [Максаковский, 2008]. Именно эта несинхронность изменений – снижение смертности при продолжающемся росте рождаемости – и привела к небывалому в истории демографическому взрыву. Большинство развивающихся стран оказались неготовыми, ни социально, ни психологически, к привнесённым извне изменениям условий жизни, медицинским и гигиеническим нововведениям, лежащим в основе демографического перехода.

Вдобавок охваченные демографическим взрывом регионы – это почти сплошь отсталые в экономическом и культурном отношении страны, и они же первыми от него и страдают. Непрерывное увеличение численности населения, «съедающая» прирост продукции, обрекает их, по выражению Джавахарлала Неру, на «бег на месте», а нередко и на снижение без того нищенского жизненного уровня. Но такова инерция демографического роста, который «контролируется биологическими механизмами, очень сложной популяционной системой, поддержанной бытом, традициями, религией. Популяции требуется время, несколько поколений, чтобы привести рождаемость в соответствие с новым уровнем смертности» [Дольник, 1992]. Только вот располагает ли человечество этим временем?

Но не только продовольственными и экономическими проблемами чреват демографический кризис для стран «третьего мира». Как и некогда в Европе, здесь за исторически короткий срок резко изменилась структура населения, в которой также преобладает молодая генерация. Именно она выдвинула лидеров антиколониального движения (ведь большинство этих стран до середины прошлого века находилось в колониальной зависимости), которые сформировали политические партии, нередко экстремистского толка, возглавлявшиеся поначалу преимущественно нижними или средними офицерскими чинами. Последние, придя к власти, установили здесь полувоенные диктаторские режимы, чьи непомерные амбиции на фоне вопиющей нищеты, социального неравенства и этнических раздоров в немалой мере способствовали развёртыванию локальных войн и межэтнических столкновений на огромных просторах Азии и Африки. И не случайно львиная доля вооружённых конфликтов, происшедших после окончания Второй Мировой войны, вспыхнула в самых бедных регионах планеты. С 1945 по 2000 гг. в них погибло более 50 млн человек, из которых 80% – гражданское население [Worldmapper, War Deaths 1945–2000].

Прямым следствием этой постоянно тлеющей агрессии стала милитаризация экономики большинства развивающихся стран, сопровождаемая стремительным ростом военных расходов. Уже в 1960-1980-х гг. их доля в военных расходах мира выросла с 6% до 20%, причём темпы роста были в три раза выше, чем в индустриально развитых странах [Данн, 1999]. Так, например, в Африке только за 1980-е гг. расходы на вооружение выросли более чем в 2 раза. Эти непомерные военные траты тяжким бременем ложатся на и без того маломощный национальный бюджет, отрывая средства от того немногочисленного, что бедные страны в состоянии тратить на социальные нужды. При этом страны с наименьшим

национальным доходом на душу населения выделяют на оборонные нужды, как правило, бóльшую часть бюджета, чем экономически развитые государства.

Другой неизбежный спутник милитаризации – государственный долг, достающийся в наследство не только нынешнему, но и будущим поколениям. В 2010-е гг. не менее $\frac{1}{4}$ внешнего долга развивающихся стран обусловлена импортом оружия. А расплачиваться за него предстоит рядовым гражданам.

Точно так же, вероятно, нельзя рассматривать в отрыве от демографического контекста и захлестнувшую мир волну международного терроризма. Конечно, отсутствие жизненных перспектив, чувство неприкаянности и унижения, агрессивное насаждение культурно чуждых (а на самом деле – субкультурных) стандартов – всё это, бесспорно, благодатная почва для нынешних Бен Ладенов. «Эти молодые мужчины, – говорится в журнале «Гео», – сформировались в атмосфере безысходной ярости, которая, как утверждают психологи, способствует усилению нарциссического синдрома, чреватого утратой здорового инстинкта самосохранения» [Куклик и др., 2002]. Наконец, нельзя сбрасывать со счетов феномен ресентимента – чувства бессильной зависти и враждебности к «врагу», в котором субъект видит источник своих неудач, и который, по мысли Ф.Ницше, является определяющей характеристикой морали рабов.

Но с другой стороны, так же как в любой биологической популяции с высокой рождаемостью падает цена жизни отдельной особи, падает, по-видимому, и цена отдельной человеческой жизни, когда эта рождаемость дополняется перенаселенностью. Как полагают некоторые исследователи [Северцов, 1992], в нашей генетической памяти, возможно, сохраняется информация об оптимальной плотности себе подобных на единицу занимаемой территории, и её многократное превышение может негативно сказываться на психическом состоянии человека. В связи с этим нельзя исключить влияния неблагоприятной демографической обстановки в переполненных беднотой городских кварталах Нигерии и Уганды, Палестины и Йемена на деформированную психику смертников-шахидов с их поразительно лёгким отношением как к своей, так и к чужой жизни.

Таким образом, деколонизация фактически не принесла народам освободившихся стран ожидаемого облегчения, и одной из причин этого стал последовавший за ней взрывообразный рост населения. Последний спровоцировал здесь эпоху войн и революций, по сути, аналогичную той, что за два века до того пережила Европа. А этот беспрецедентный рост, в свою очередь, оказался тормозом на пути их экономического развития и одновременно фактором мощного давления на окружающую среду со всеми вытекающими отсюда социальными и экологическими последствиями.

* * *

Но вернёмся к мировой демографической ситуации. Итак, на самом рубеже третьего тысячелетия (1999 г.) человечество перешагнуло 6-миллиардную отметку, а в 2011 г. ещё одну, 7-миллиардную. Чтобы достичь первого миллиарда (1820 г.), ему понадобилось более миллиона лет, а за следующие 107 лет (1927 г.) эта цифра была удвоена. Для увеличения ещё на миллиард человечеству хватило уже 33 лет (1960 г.). Очередная миллиардная прибавка произошла спустя 14 лет, а следующая за ней – через 13. Наконец, 6-ти и 7-миллиардный рубежи были преодолены за 12 лет каждый – в 1999 и 2011 гг. (табл. 2-2). И лишь в последние два с половиной десятилетия этот бурный рост начал постепенно ослабевать, упав к 2000 г. до 1,3%. В настоящее время он составляет 1,16%, а в абсолютном выражении – около 79 млн человек в год, причём 95% этого прироста приходится на беднейшие страны [World

demographic trends, 2011]. А если заглянуть на несколько десятилетий вперёд, то в 2050 г., согласно прогнозам ООН, на Земле будет проживать 9 млрд людей.

Таблица 2-2

Год	Население млрд человек	Время достижения миллиардного прироста, лет
1820	1	Вся предшествующая история
1927	2	107
1960	3	33
1974	4	14
1987	5	13
1999	6	12
2011	7	12

Прирост мирового населения с начала XIX в.

Но, пожалуй, самое время соотнести эту «астрономическую» статистику с тем, что мы наблюдаем в живой природе. Ведь человек, при всём своём технологическом могуществе, лишь один из видов, населяющих Землю, и на него, как и на всякий другой вид, в полной мере распространяются законы устойчивости биосферы и обусловленные ими пределы популяционного роста.

В сбалансированной окружающей среде каждому биологическому виду соответствует свой, предписываемый стабилизационными законами интервал нормальной численности, величина которого зависит, в частности, от размера и массы организмов данного вида (рис. 2-3).

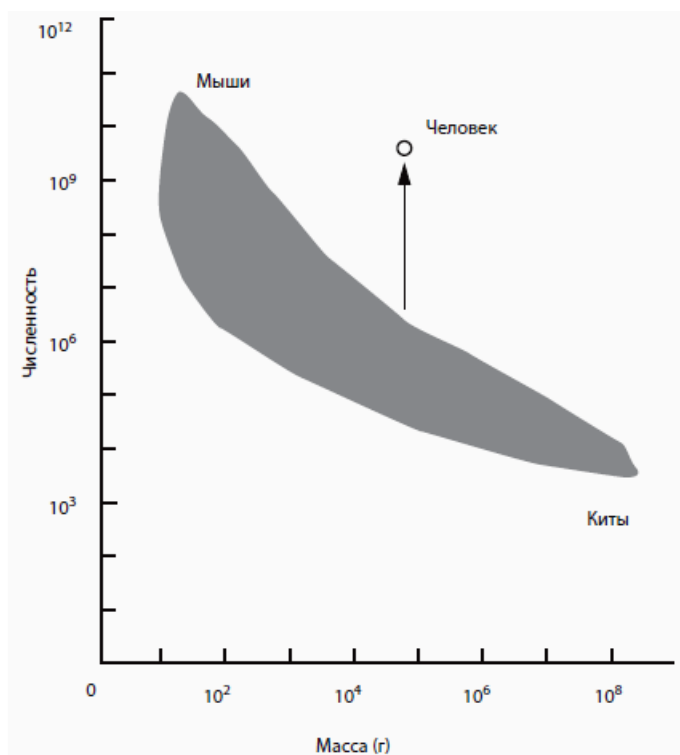


Рис. 2-3. Зависимость между массой тела и численностью млекопитающих – от мышей до китов. Заштрихованная область – поле корреляций между средней массой тела взрослых особей и их ориентировочной численностью. Вертикальной стрелкой показано, насколько современная численность вида Homo Sapiens превзошла исходную – 10 тыс. лет назад, отвечающую законам естественного отбора (Акимова, Хаскин, 1994).

Принадлежащий к категории крупных млекопитающих, человек уже превысил численность, биологически присущую видам с примерно такой же массой тела, на 4–5 порядков. [Акимова, Хаскин, 1994] А биомасса самого человека вместе с разводимыми им домашними животными и культурными растениями достигла в наши дни 20% биомассы всех естественных видов, обитающих на суше, тогда как в начале XX в. она не превышала 1–2% [Warner et al., 1996]. Как подобное оказалось возможным и чем может обернуться такое развитием событий?

Биологам известны две популяционные стратегии, присущие большинству живых организмов. Одна из них, называемая *r-стратегией*, типична, например, для мелких млекопитающих. Она характеризуется резкими колебаниями численности популяции, которая в процессе своего роста истощает трофические ресурсы, приводя к обвалному сокращению общего числа особей по типу «популяционный взрыв – коллапс – стабилизация». Подрывая, таким образом, основы своего существования, популяция как бы вновь и вновь проходит сквозь одно и то же «бутылочное горлышко». Примерами видов, следующих такой стратегии, могут служить многие грызуны – белки, лемминги и т.п. Эта популяционная стратегия может быть оценена как высокоэнтропийная, поскольку связана с большим процентом выбраковки и гибели организмов и омертвением живого вещества в популяции (выходом мортмассы) [Красилов, 1992].

В противовес ей *K-стратегия*, характерная, прежде всего, для крупных млекопитающих, сводится к поддержанию стабильной плотности и численности популяции за счёт низкой плодовитости и низкой смертности при большей продолжительности жизни отдельной особи, что связано и с более высокой её защищённостью [Северцов, 1992]. Вот, например, как описывает K-стратегию применительно к тундровым волкам канадский натуралист Фарли Моуэт:

«До получения способности размножаться большинство молодняка остаётся при родителях, но даже достигнув брачного возраста, многие не могут обзавестись семьей из-за недостатка свободных участков. Это значит – не хватает охотничьих угодий, позволяющих обеспечить каждую волчицу всем необходимым для выращивания потомства. <...> Поэтому рождаемость регулируется путём воздержания. В поисках подходящего участка тундры многие взрослые волки на долгие годы обрекают себя на безбрачие» [Моуэт, 1982].

Понятно, что человеку как виду свойственна именно K-стратегия. И, тем не менее, в отдельных регионах и в некоторые исторические эпохи мы наблюдаем нечто прямо противоположное – сдвиг в сторону популяционной r-стратегии. Нетрудно объяснить этот феномен. Всё дело в искусственном расширении человеком ресурсной среды обитания, достигаемом в ходе его территориальной экспансии на основе освоения всё новых и новых технологий. При этом одна из первых таких «находок» – технология загонной охоты (см. выше), по некоторым предположениям, однажды уже сыграла с ним злую шутку. Ускоряя процесс естественного вымирания древних хищников и животных мамонтовой фауны вследствие их интенсивного истребления, первобытный охотник подорвал и свой трофический ресурс, поставив всю популяцию перед проблемой дальнейшего выживания.

Однако с тех пор, как люди научились обрабатывать землю, их продовольственная база стала в стократ надёжней и начала неуклонно расти, порою поспевая за ростом населения, порою отставая от него. А уже в наши дни значительную роль в обеспечении продовольствием населения как развитых, так и развивающихся стран сыграла так называемая «зелёная революция» (1960-1980-е гг.), решающий вклад в которую внесли европейские государства, Австралия, США

и Канада. Внедрение высокоурожайных сортов, новейших методов ирригации, рационализация и механизация сельского хозяйства, использование удобрений, ядохимикатов – всё это резко повысило отдачу сельскохозяйственного производства. Так, объём мирового производства мяса и рыбы во второй половине XX века удалось увеличить в пять раз, соевых бобов – в девять раз, а зерна – почти в три раза, отодвинув тем самым тень голодной смерти от миллионов обитателей «третьего мира». В период 1950–1984 гг. производство зерна на Земле росло на 3% в год, опережая рост населения, а его потребление на душу населения увеличилось с 247 до 342 кг [Brown et al., 1999].

Однако получение всех этих монбланов продовольствия было бы невозможно без одновременного роста энергопотребления. В самом деле, землю почти нигде уже не обрабатывают на волах, а любая сельскохозяйственная техника требует всё новых и новых гектолитров горючего. Переработка сельхозпродукции, её транспортировка и хранение также неотрывны от энергетических трат. И потому для увеличения производства пищи на Земле только на 2% в год энергопотребление должно возрастать не менее чем на 5%.

Но ведь это только малая часть айсберга, лишь 10% от всех энергетических нужд человечества. Потому что люди – единственные живые существа на Земле, способные использовать энергоносители, отличные от пищи. Львиная доля, остальные 90% их энергозатрат, связаны с удовлетворением специфически человеческих потребностей – обогревом и освещением жилья, транспортными расходами, механизацией и автоматизацией трудовых процессов, досугом и пр. [Работнов, 2000]. И вот почему, стремительно опережая нынешний рост населения, увеличивается энерговооруженность цивилизации. Так, если население Земли в XX в. увеличилось с 1,6 млрд до 6 млрд человек, т.е. в четыре с лишним раза, то мировое потребление энергии за тот же срок выросло примерно в 10 раз [Вишневский, 2008]. И этот, уже не демографический, а энергетический взрыв почти целиком пришёлся на одно столетие.

А вот как, по данным Международного энергетического агентства за 2011 г., раскладывается эта «энергетическая река» по питающим её истокам (рис. 2-4). 4,0% мирового энергопотребления покрывается за счёт так называемых альтернативных источников энергии – ветровых, геотермальных, солнечных, биотопливных установок – и ещё 16% приходится на гидроэнергетику. Остальные 80% составляют невозобновимые источники энергии, в том числе углеводородное сырьё (нефть, газ, каменный уголь, сланцы) – 68%, атомная энергетика – 12% [International Energy Agency. 2013]. И именно в этих, неведомых остальной природе источниках энергии, очевидно, и кроется та «кощеева игла» – секрет человеческого могущества, что позволяет людям с кажущейся легкостью обходить жёсткие видовые ограничения, которые налагает биосфера на все живые организмы.

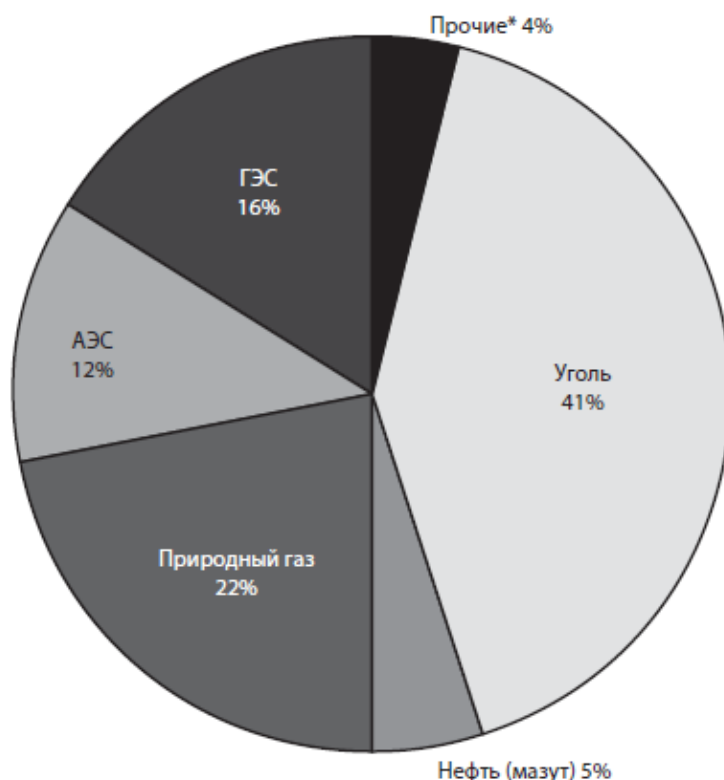


Рис. 2-4. Мировое производство электроэнергии (по В. Кондратьеву, Центр исследований и аналитики Фонда исторической перспективы). Источник: [International Energy Agency, 2013].

*Включая возобновляемые: геотермальную, солнечную, ветровую, приливную энергии, биотопливо и т.д.

Но сегодня этот безудержный энергетический рост достиг, видимо, своего потолка. И не только потому, что подавляющая часть энергетических нужд покрывается за счёт невозобновимого, т.е. принципиально конечного ископаемого сырья, а многолетние усилия по овладению управляемым термоядерным синтезом явно зашли в тупик (есть даже сильные сомнения в том, что проблема эта вообще физически решаема [Яковленко, 1992, 1994]). К тому же в условиях нарастающего глобального дефицита пресной воды термоядерная энергетика обещает быть весьма водоёмкой отраслью. А кроме того, дальнейшее наращивание энергопотребления не может следовать за ростом населения ещё и по причинам, не связанным с ресурсными ограничениями, поскольку общее энерговыделение приблизилось к тому критическому рубежу, за которым оно ведёт к необратимой разбалансировке земного климата (подробнее об этом см. гл. 14).

* * *

Когда-то, лет 40 назад, так сказать, в преддверии «экологической эры», на подмостках советских театров шла популярная в ту пору пьеса М. Ибрагимбекова «Мезозойская история», посвящённая жизни и труду бакинских нефтяников. Главный её герой – учёный-геолог, одержимый идеей извлечения нефти из глубинных мезозойских пластов, приходит в кабинет к давнему своему приятелю, всемогущему начальнику треста бакинской нефтедобычи в надежде выбить у него средства на очередной разведочный взрыв.

Осторожный и в меру трезвый хозяин кабинета, слабо верящий в посулы своего навязчивого просителя, пытается напомнить ему о плачевных последствиях предыдущего взрыва – о тоннах всплывшей вверх брюхом рыбы. И тогда учёный пускает в ход свой самый неотразимый аргумент: «Рыба размножается, а нефть нет».

Так вот, пользуясь словами героя пьесы, «рыба тоже уже не размножается», во всяком случае, не поспевает за темпами роста населения. Из диаграммы (см. рис. 2-5) хорошо видно, как с середины 1980-х гг. начинает тормозиться мировой рост валового сбора зерна, до этого, благодаря «зелёной революции», опережавший прирост населения планеты. А это означает падение количества зерна, приходящегося на душу населения. И действительно, в десятилетие 1985–1995 гг. душевой сбор снижался примерно на 1% в год, сократившись с 390 кг до 330 кг к началу 2000-х гг. [Brown et al., 2000]. И хотя в дальнейшем темпы роста валового сбора зерна несколько возросли, но больше уже не достигали, а, тем более, не обгоняли темпов роста населения (даже на фоне их постепенного снижения), как это было в 1960–70-е гг. в разгар «зелёной революции», ресурс которой, видимо, подошел к своему исчерпанию.

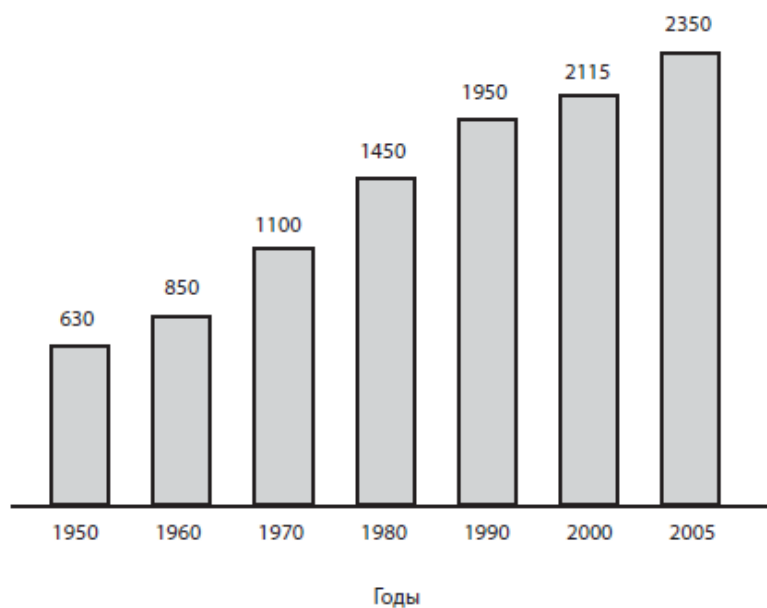


Рис. 2-5. Мировое производство зерновых культур, млн т. Источник: [Максаковский, 2008].

Но ещё важнее, пожалуй, то, что близок к своему исчерпанию ресурс сельскохозяйственных земель, а также пресной воды, расходуемой на орошение. Собственно, рост первых существенно замедлился уже во второй трети XX в., когда он поддерживался в основном за счёт расширения орошаемых плантаций и введения в оборот менее ценных земель, так называемых неудобий, площадей, высвобождаемых после вырубki тропического леса, и т.д.

Так, в период 1950–81 гг. общая площадь земли, возделываемой под зерновые культуры, выросла в мире с 587 млн га до 732 млн. га, т.е. на 25%. Однако в расчёте на душу населения она сократилась за тот же период на 30% (с 0,23 до 0,16 га). И хотя в 1990-е гг. общая площадь возделываемых земель была на 15–20% выше, чем в середине века, но рост населения (более чем вдвое) обесценил эту прибавку. В результате площадь пашни в мире на душу населения сократилась против 1950 г. ровно вдвое (0,12 га) [Brown et al., 1999] (см. рис. 2-6). А если заглянуть на несколько десятилетий вперед, то, согласно прогнозу, к 2050 г. на душу населения в мире будет приходиться около 0,08 га земли (в некоторых странах даже меньше – 0,06-0,07 га), что соответствует небольшому приусадебному участку.

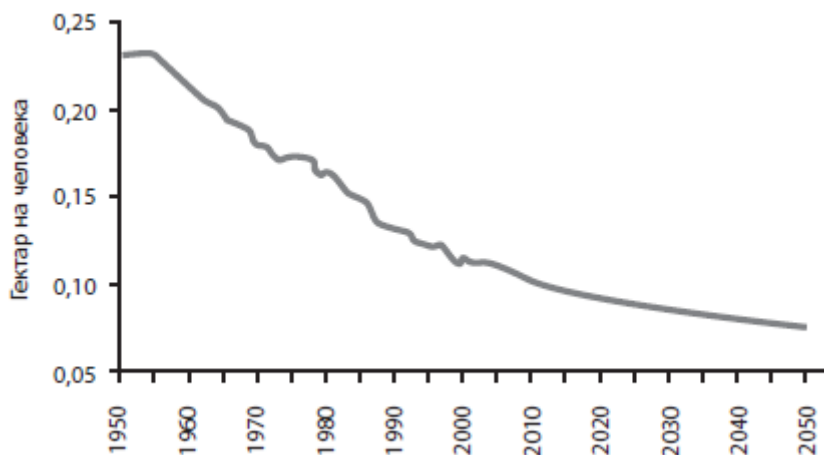


Рис. 2-6. Земли, используемые для производства зерна (в гектарах на душу населения) за 1950–2000 гг. и прогноз до 2050 г. Источник: [Brown, Renner, Halweil, 1999].

Таким образом, прокормить растущее население при уменьшении площади земель на душу населения удастся только благодаря росту урожайности. Так, если в 1960 г. с одного гектара собирали в среднем 2 т риса, то в 1995 г. – 3,6 т. Кукурузные (маисовые) поля в США давали в 1967 г. урожай 5 т с гектара, а в 1997 г. – более 8 т. (а лучшие хозяйства в самые удачные годы снимали и по 20 тонн) [Медоуз и др., 2007].

Что же касается орошаемого земледелия, то оно действительно продемонстрировало в XX в. замечательные результаты, во многом решив продовольственную проблему – ведь на 17% орошаемых земель на рубеже двух столетий собиралось 40% мирового урожая [Вишневский, 2008]. Однако дальнейший успех этой его миссии упирается в дефицит пресной воды. Сейчас в мире используется примерно 55% её наличного годового запаса, из которых 70% расходуется на орошение, 20% – на нужды промышленности и 10% на бытовые нужды [Население мира... UNFPA, 2001]. При этом конкуренция за воду между отраслями экономики год от года нарастает. И если, например, 1 тыс. т воды может быть израсходована на выращивание 1 т пшеницы стоимостью 200 долларов или на прирост промышленной продукции стоимостью 14 000 долл. [Brown L., Gardner G., Halweil B., 1999], то по рыночным «правилам» приоритет однозначно отдаётся промышленности. Естественно, что при таком соотношении цен сельское хозяйство может существовать только за счёт государственного регулирования.

И этот конфликт со временем будет, по-видимому, лишь обостряться, а страны, живущие в условиях абсолютного дефицита воды, не смогут поддерживать душевое производство продовольствия на орошаемых землях на уровне 1990 г. и обеспечивать водой свои бытовые и промышленные потребности. Они будут вынуждены импортировать продовольствие во всё больших объёмах, хотя для бедных стран эта задача может оказаться непосильной. А чтобы прокормить почти 8 млрд людей, которые будут жить на планете в 2025 г., мир, по оценкам ФАО, должен будет удвоить объёмы производства продовольствия.

Теоретически эта задача, быть может, и разрешима. На Земле есть немало стран – США, Канада, Аргентина, Австралия, некоторые из государств Евросоюза и, несомненно, Россия, – потенциально способных не только удовлетворять свой внутренний спрос, но и производить значительные количества продовольствия на экспорт. С другой стороны, есть группа стран, таких как Япония, Сингапур, нефтедобывающие государства Ближнего Востока, которые, не располагая земельными и водными ресурсами, достаточно богаты, чтобы закупать

продовольствие в нужном им объёме. Но две трети мирового населения, или около 3,8 млрд человек (по данным на 2016 г.), живут в странах, где одновременно не хватает и продовольствия и средств, чтобы его импортировать. И именно в таких странах население растёт особенно быстро.

Очевидно, что в рамках традиционных методов хозяйствования эти страны едва ли сумеют самостоятельно вырваться из тисков хронического продовольственного дефицита. К тому же, когда на свет ежегодно появляется 70 млн новых едоков, сводятся на нет все усилия мирового сообщества накормить и ту армию голодных, которая уже существует. Но если даже проблема голода на Земле в один прекрасный день была бы решена, не окажется ли это пирровой победой? Потому что ценой её, как заметила в ходе дискуссии под названием «Пропитание 8 миллиардов. Сможет ли мир прокормить себя завтра?» на страницах журнала «People and Planet» профессор Стэнфордского университета Гретхен Дейли, могла бы стать рухнувшая окружающая среда [Daily, 1995].

* * *

Что случается с растительными или животными видами, численность которых достигает критического для экосистемы уровня, угрожая сложившемуся экологическому равновесию? Ответ очевиден: популяционное торможение или катастрофический коллапс, приводящий видовую численность в соответствие с ресурсами окружающей среды, а порой и чреватый гибелью всей экосистемы.

Подобная ситуация в той или иной форме встречается в истории практически каждого биологического вида – от бактерий до крупных млекопитающих. Хищники, истребившие поголовье своих травоядных жертв, копытные, вытоптавшие всю пригодную для еды растительность в ареале своего обитания, и т.д. Но если у одних видов численность снижается под непосредственным воздействием так называемых ультимативных факторов – голода, деградации окружающей среды, повальных эпизоотий (популяционная r-стратегия), то в генетической программе других заложена способность стабилизировать видовую численность заранее, реагируя на *сигнальные* факторы надвигающейся перенаселённости (K-стратегия). С одним из случаев такого регулирования – брачным инстинктом волков в периоды относительной нехватки охотничьих участков – мы уже познакомились на примере тундрового волка, описанного Ф. Моуэтом.

А к какой же категории отнести в этом плане человека? И восприимчива ли его биологическая природа к разного рода сигнальным факторам? Во-первых, как предупреждает В.Р. Дольник, подобные генетические механизмы действуют прежде всего на популяционном уровне, а на уровне особей почти не просматриваются. И, следовательно, как бы ни преломлялись они в сознании отдельных людей, адекватное их отражение можно обнаружить только на материале массового, «статистического» поведения достаточно больших социальных групп [Дольник, 1992].

Тот же автор проводит параллели между реакцией на сигнальные факторы у животных и особенностями поведения человека в условиях перенаселённости. Это, например, рост агрессивности животных в периоды внешнего неблагополучия или высокой скученности и нетерпимое отношение к «пришлым», к «чужим» в соответствующих ситуациях у человека. Это снижение плодовитости и прекращение заботы о потомстве в переуплотненных естественных популяциях и распад института семьи у многих современных народов. Это исключение всё большего числа индивидов из репродуктивного процесса. Это, наконец, так называемые коллапсирующие скопления, в которых животные утрачивают интерес

к борьбе за территорию и сбиваются в плотные, порою кочующие группы, где почти прекращается процесс размножения. Известную аналогию им Дольник усматривает в урбанизации, в скоплениях людей в гигантских мегаполисах, действующих наподобие демографических «чёрных дыр», ощутимо снижающих рождаемость уже во втором поколении.

Далеко не все, впрочем, признают корректность подобных сравнений, указывая, что за тысячелетия социального существования человек мог утратить соответствующие генетические программы. Но факт остаётся фактом: торможение демографического роста действительно началось. Процесс пошёл, как пишет зав. кафедрой социологии семьи МГУ проф. А.И. Антонов. Включились такие механизмы разрушения системы социальных норм высокой рождаемости, как практика поздних браков, более рациональное отношение к сексуальной жизни, «контрацептивная революция», отмена запретов на прерывание беременности, на добрачные связи и разводы, устраняющие сцепленность репродуктивного и сексуального поведения, и т.д. [Народонаселение России у опасной черты, 2002].

Однако правда и то, что переход к популяционной К-стратегии наблюдается пока у сравнительно благополучных народов или даже таких, для которых резкое падение численности (как, например, для России) может иметь самые негативные последствия, но совсем не там, где свирепствует стихия демографического взрыва. И если нынешняя тенденция останется в силе, то остановки роста населения Земли следует ждать лишь во второй половине XXI столетия, когда на планете, по прогнозам демографов, будет проживать около 10 млрд людей.

Впрочем, об этой перспективе не хочется и думать, поскольку такого антропогенного пресса биосфера может просто не выдержать. Да и сам человек наверняка столкнется тогда с безраздельным диктатом ультимативных факторов смертности, эффективный контроль над которыми считается важнейшим гуманистическим завоеванием Нового времени.

И всё же, пока есть пример развитых стран, практически безболезненно осуществивших демографический переход от схемы «высокая смертность – высокая рождаемость» к схеме «низкая смертность – низкая рождаемость», остаётся и луч надежды. В сущности, эта величайшая социальная инновация, которой человечество обязано западной цивилизации с её социальными, экономическими и научно-медицинскими механизмами снижения смертности, является таким же неотъемлемым элементом глобализации, как и высокие технологии, современные формы образования или Интернет.

Но, «охотно следуя западному опыту борьбы со смертностью, – как отмечает российский демограф проф. А.Г. Вишневский, – развивающиеся общества, на свою беду, не могут столь же быстро воспринять новые механизмы социального ограничения рождаемости. Нет сомнения, что это – только задержка в неизбежном историческом движении, что иного пути нет и что, пережив губительный для себя период отторжения «западных» форм демографического поведения, они, в конце концов, последуют – и уже следуют – именно по проторенному Западом пути» [Народонаселение России у опасной черты, 2002].

Впрочем, и слепое копирование этого пути тоже не гарантия решения проблемы. Это, кстати, понимал ещё полвека назад «отец индийской нации» Махатма Ганди, когда на вопрос журналистов, достигнет ли его страна после провозглашения независимости такого же благосостояния, как Великобритания, ответил, что на пути к этому благосостоянию последняя ограбила половину мира, и

сколько же тогда потребуется ограбить планет, чтобы Индии могла сравняться со своей бывшей метрополией?

В самом деле, прежде чем перейти к новой популяционной стратегии, развитые страны успели сначала на 9/10 разрушить собственные экосистемы, создав в северном полушарии мощный центр дестабилизации окружающей среды, а затем приложили руку к истреблению природных резервуаров за тысячи километров от собственной территории, превратив остальной мир в свой ресурсный источник. Так что далеко не во всём западный путь может служить примером для подражания. И чтобы ответить на экологический вызов, развивающимся странам нужно, по-видимому, искать свой собственный путь, в чём-то похожий, но в чём-то и отличный от того, что был пройден в своё время развитыми странами. Увы, в вопросе этом пока еще очень много неясного. Очевидно лишь, что проблема эта касается отнюдь не только развивающихся стран, но и всего человечества в целом. И для её решения отпущено совсем немного времени.

Глава 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛЕД СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА

Задача на сообразительность от Тимофеева-Ресовского – Экологический след как количественная оценка антропогенного пресса – Экологический след и концепция одной планеты – Страны «эко-кредиторы» и страны «эко-должники» – Урбанизация и рост экологического следа – Судьба человечества будет решаться в мегаполисах

Однажды, в конце 1960-х – начале 1970-х годов знаменитый биолог Н.В. Тимофеев-Ресовский обратился к математику Н.Н. Моисееву, тогда заместителю директора Вычислительного центра Академии наук СССР, с просьбой прикинуть на ЭВМ (персональных компьютеров тогда ещё не существовало), сколько жителей планеты могло бы вписаться в естественные циклы кругооборота веществ при нынешнем уровне технологического развития. Предложение было не случайным, хотя и не без подвоха. Дело в том, что Моисеев заинтересовался в ту пору возможностью количественного описания биосферы и проблемой коэволюционного развития биосферы и общества как системно связанных между собой элементов. Тимофеев-Ресовский, со своей стороны, думал о внедрении в биологию методов компьютерного моделирования и пытался заинтересовать этим делом математиков. И вот, наконец, биолог и математик сошлись.

«Я провозился с этой проблемой довольно долго, месяца три-четыре, – вспоминал Моисеев. – Как-то он позвонил мне по телефону и спросил о том, могу ли я сказать ему хоть что-нибудь по этому вопросу. Я сказал, что очень высок уровень неопределённости, поэтому мой ответ неточен, но по моим расчётам получается что-то между двумя и восемьюстами миллионами людей. Он расхохотался и сказал: «почти правильно – 500!», и без всяких расчётов»

Оказывается, Тимофеев-Ресовский знал ответ заранее и хотел посмотреть, как дойдет до него профессиональный математик. «В самом деле, – продолжает Моисеев, – лишь 10% энергии, используемой людьми, составляет возобновляемая энергия, т.е. энергия, которая участвует в кругообороте. Всё остальное даёт кладовая былых биосфер или запасы радиоактивных материалов, полученные Землёй при её рождении. Значит для того, чтобы не расходовать земных запасов, которые уже нельзя возобновить, чтобы не нарушать естественного круговорота веществ и жить в согласии с природой, как и все другие виды живых существ, человечеству надо либо поубавить свои аппетиты и найти новые технологические основы своего существования, либо пойти на десятикратное сокращение числа жителей планеты» [Моисеев, 1997].

Но не только Тимофеев-Ресовский – и другие известные деятели, такие как основатель Римского клуба А. Печчеи, как американские системные аналитики Дж. Форрестер, Донелла и Деннис Медоузы, быть может впервые со времён Т. Мальтуса, по-настоящему задумались в те годы над этой проблемой. Каковы пределы того антропогенного пресса, под которым все ощутимее «прогибается» окружающая среда? И сколько людей без ущерба для неё может при нынешнем уровне потребления выдержать наша Земля? Очевидно, во всяком случае, что величину видовой численности, соответствующую биосферным законам и ограничениям, человечество превысило почти уже на порядок. И, значит, все мы постепенно приближаемся к тому рубежу, за которым иссякают компенсаторные возможности биосферы, а самому человеку придётся, видимо, осваивать другие планеты (что вполне серьёзно обсуждают некоторые футурологи).

Тем не менее, именно это соображение – что людям со всеми их технологиями стало тесно в своей земной обители – легло в основу концепции экологического следа (Ecological Footprint), предложенной в 1992 г. двумя учёными – канадцем

Уильямом Ризом (William Rees) и швейцарцем Матисом Вакернагелем (Mathis Wackernagel). Если попытаться изложить её совсем коротко, то ***экологический след – это мера воздействия человека на среду обитания, позволяющая сопоставлять потребление ресурсов биосферы с её способностью к их воспроизводству и ассимиляции отходов человеческой деятельности.***

Но прежде чем вдуматься в смысл этой формулы, обратим внимание на её начальные слова, в которых содержится ключ к её пониманию. Ведь речь в ней идёт не просто о различных аспектах дезорганизующего влияния человека на окружающую среду – её загрязнении, деградации, истреблении экосистем и т.д., а именно о *мере воздействия* как универсальной количественной его характеристике.

В самом деле, ведь чтобы правильно оценить тот «вклад», который вносит какое-нибудь промышленное предприятие, жилой комплекс или сельскохозяйственная ферма в процесс разрушения окружающей природной среды, необходимо измерить его с помощью какой-то единой стандартизированной шкалы, как это принято в большинстве естественных наук. И концепция экологического следа такую возможность предоставляет. Потому что негативное воздействие человека на биосферу приводится здесь к некоему общему знаменателю и может быть выражено в конкретных, доступных сравнению единицах. А дальше, исходя из набора специально отобранных позиций, становится возможным подсчитать, во что обходится нашему природному окружению функционирование отдельного человека, поселка, города или целого государства. Это так называемые калькуляторы экологического следа.

Вот, к примеру, некоторые из типовых вопросов на сайте Всемирного фонда дикой природы (WWF), ответив на которые любой желающий может посчитать свой «персональный» экологический след и узнать, что стоят природе некоторые его бытовые привычки и нежелание следовать экологически обоснованным нормам поведения (рядом указаны баллы). По транспорту: на работу вы ездите городским транспортом, идёте пешком или едете на велосипеде; ездите на обычном легковом автомобиле или пользуетесь большим автомобилем с полным приводом. По воде: принимаете ванну ежедневно, один-два раза в неделю или ежедневно принимаете душ. По бытовым отходам: выбрасывая мусор, вы складываете в отдельный контейнер макулатуру, сдаёте пустые банки из-под напитков и консервов, выбрасываете в отдельный контейнер пластиковую упаковку, и т.д. А вот один из результатов, подсчитанный калькулятором: «Ваш экологический след равен 3,1 гга. Это больше, чем может обеспечить природа. Если бы все жили как вы, нам потребовалось бы 1,5 планеты Земля. А чтобы всем нам хватило одной планеты, на 1 человека должно приходиться не более 1,8 гга продуктивной земли».¹¹

Что такое эти 3,1 гга, 1,8 гга? Это как раз те самые единицы – так называемый глобальный гектар, соответствующий статистически усредненной *биоёмкости планеты*, под которой понимается её способность к воспроизводству возобновляемых ресурсов и предоставлению «услуг» по ассимиляции отходов человеческой деятельности (в основном углекислого газа – единственного из отходов, учитываемого сегодня при расчёте экологического следа, т.е. его

¹¹ Конечно, многие параметры, используемые для «взвешивания» антропогенного воздействия на окружающую среду, назначены конструкторами калькуляторов достаточно произвольно, что не раз служило объектом критики концепции экологического следа. Здесь не учитывается также, что многие виды воздействия усиливают друг друга, причём часто нелинейно (когда эффект растёт быстрее, чем само воздействие). Точно также нельзя буквально воспринимать количество планет, соответствующих глобальному экологическому следу. Это скорее попытка качественного отражения ситуации. Однако первые попытки научиться количественно оценивать то, что раньше никак не оценивалось, почти всегда дают повод для подобной критики.

углеродная составляющая). Таким образом, в отличие от обычного, глобальный гектар представляет собой условную единицу, которая соответствует одному гектару, обладающему средней для Земли биологической продуктивностью. И вот он-то и служит мерой биоёмкости самых разных объектов биосферы, а также сравниваемого с ней экологического следа.

Само собой разумеется, что за этим понятием стоят громоздкие трудоёмкие расчёты, базирующиеся на больших массивах статистических данных, которые сводятся воедино на основе их взаимосвязей и относительной значимости (удельного веса) каждой из задействованных величин. При этом учитываются (входят в состав экологического следа) площади, изымаемые человеком из естественного кругооборота, – пахотные земли и пастбища, жилая и промышленная застройка, транспортная инфраструктура, водохранилища ГЭС, леса, используемые как источник промышленного сырья и топлива, рыбопромысловые зоны. А с другой стороны – площади лесов и болот, связывающих выбросы CO₂, не поглощаемого Мировым океаном. А результат представляется в глобальных гектарах, соответствующих площади экосистем, необходимых для воспроизводства природных ресурсов и нейтрализации продуктов человеческой деятельности [Galli et al. 2007]. Иногда, для наглядности, тот же результат выражается через время, необходимое для воспроизводства возобновляемых ресурсов, потреблённых человечеством за год, и поглощения CO₂, выброшенного за тот же период. Или же – в виде количества планет, вроде нашей Земли, соответствующих по своей суммарной биоёмкости глобальному экологическому следу (рис. 3-1).

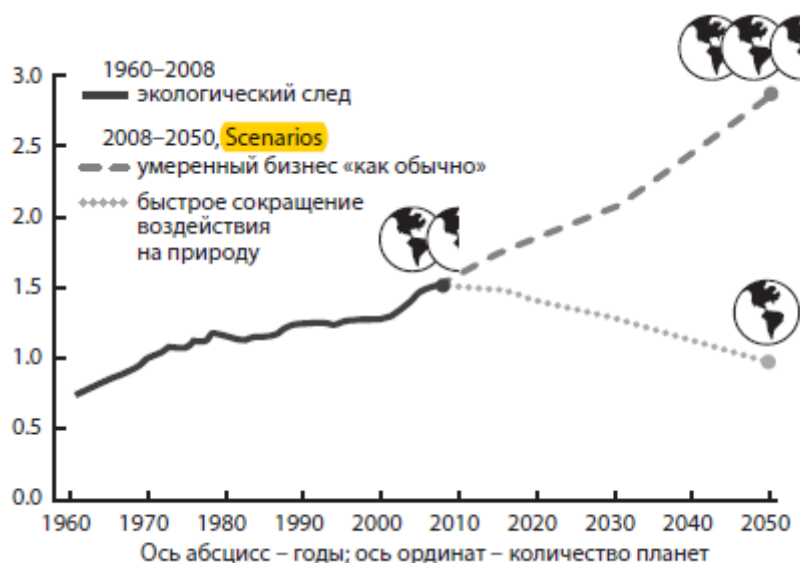


Рис. 3-1. Глобальный экологический след и количество планет как Земля, требуемых человечеству, а также два сценария развития до 2050 г.) Источник: Веб-сайт Global Footprint Network http://www.footprintnetwork.org/ar/index.php/GFN/page/world_footprint/

Такова в общих чертах методика расчёта экологического следа всего человечества. Но такова же принципиально от неё не отличающаяся методика расчёта экологического следа любого отдельно взятого объекта – сельскохозяйственной фермы, поселка, города и т.д.

Из приведённой диаграммы видно, как угрожающе вырос глобальный экологический след с 1970 г., принятого в расчётах как базовый. Но если полвека назад человек со всеми своими технологиями худо-бедно, но как-то вписывался в биосферу Земли, то сегодня ему требуются уже 1½ таких планеты. А в случае дальнейшего инерционного развития к 2050 г. ему могут понадобиться уже целых три Земли (удвоение экологического следа).

Ну, а если обратиться к более точным количественным характеристикам, то в 2008 г., последнем, для которого в настоящий момент имеется надёжная статистическая информация, общая биоёмкость Земли составляла около **12,0 млрд гга**, или **1,8 гга** на душу населения. А глобальный экологический след равнялся **18 млрд гга** (**2,7 гга** на душу населения) [The Ecological Footprint Atlas 2010].

Что означает эта разница? Казалось бы, экологический след не может, не должен превышать биоёмкости Земли. И, тем не менее, именно об этом говорят приведенные выше цифры. Две первые из них характеризуют потенциал биосферы, её способность к воспроизводству изымаемых человеком ресурсов и утилизации отходов его жизнедеятельности, две вторые – объём того, что изымается (утилизируется). А если воспользоваться аналогией из области рыночных отношений, то воспроизводство биосферных ресурсов можно приравнять к предложению эко-услуг, а экологический след – к их потреблению. Таким образом, объём потребления в данном случае в полтора раза превышает предложение, и, следовательно, для воспроизводства ресурсов, израсходованных человечеством за один год, Земле требуется полтора года.

«Как такое возможно, если Земля одна?» – задаются резонным вопросом авторы доклада «Живая планета 2012»¹². Для объяснения этого парадокса они прибегают к сравнению из привычной нам деловой сферы. (Вероятно, нетрудно заметить, что многое в понятийном аппарате экологического следа грешит антропоцентризмом – ведь на самом деле природа нам ничего не предлагает. Но не исключено, что авторы идут на это ради большей наглядности, учитывая «антропоцентричность» своей аудитории, на которую они ориентируются.) Итак, если мы снимаем деньги с банковского счёта быстрее, чем накапливаются проценты на вклад, то аккумулируемая на нашем счёте сумма в конце концов растает. И точно так же рано или поздно произойдут необратимые изменения в состоянии окружающей среды, а вместе с тем подойдут к концу и возобновимые природные ресурсы, потребление которых происходит быстрее, чем их естественное возобновление. А первые симптомы этого «банкротства» мы можем наблюдать уже сейчас. Это прогрессирующая деградация природной среды. Это беспрецедентное сокращение биоразнообразия. Это повышение концентрации CO₂ в атмосфере вследствие продолжающихся антропогенных выбросов, ведущее к повышению среднеглобальной приземной температуры и изменениям климата, и т.д.¹³

¹² Доклад WWF «Живая планета» (Living Planet Report) публикуется с 1998 г., в настоящее время выходит регулярно каждые два года. Считается одним из самых авторитетных в мире источников информации об экологической обстановке на Земле. Разработкой доклада занимаются учёные из Лондонского зоологического общества и Всемирной сети экологического следа.

¹³ Хотелось бы обратить внимание на понятийную связь между экологическим следом и так называемой несущей (экологической) ёмкостью биосферы (подробнее о ней см. гл. 14). В обоих случаях вопрос сводится к тому, какую антропогенную нагрузку в состоянии выдержать биосфера, сохраняя способность к полноценному воспроизводству окружающей среды. Попытки оценить несущую ёмкость биосферы предпринимались на основе анализа энергопотока, замкнутого человеком на техносферу, в сопоставлении его с общим энергопотоком в биоте [Горшков, 1980; 1995], или с потребляемой человеком биомассой [Vitousek et al., 1986]. Работы эти, как и концепция глобального экологического следа, основаны на гипотетических допущениях и не могут быть признаны исчерпывающе обоснованными. Согласно этим оценкам, антропогенное воздействие на биосферу превысило её хозяйственную ёмкость уже на рубеже XIX–XX веков, а концу XX века стало примерно 10-кратным. Тогда почему биосфера ещё существует? Ответ на этот вопрос базируется на различении понятий *экологический кризис* и *экологическая катастрофа*. Превышение антропогенной нагрузки сверх хозяйственной ёмкости биосферы приводит её в состояние экологического кризиса. Однако до некоторого момента – *точки невозврата* – она сохраняет способность к восстановлению. Переход через эту точку означает необратимое её разрушение, т.е. катастрофу. Читатель легко заметит здесь сходство с «банковской» аналогией, которую использовали авторы концепции экологического следа для объяснения возникшего парадокса.

Но человечество, как известно, неоднородно, и душевой показатель глобального экологического следа скорее напоминает среднюю температуру по больнице. Богатые страны в большинстве перешагивают через этот показатель, в то время как бедные до него не дотягивают. Так, например, если бы все люди жили, как средний индонезиец, им понадобились бы две трети биоёмкости планеты. А если бы все потребляли на уровне среднего жителя США, то для воспроизводства расходуемых природных ресурсов потребовалось бы четыре таких планеты как Земли (средний россиянин находится где-то посередине).

Однако разные страны не равны друг другу и в плане сохранности их экосистем. Где-то они разрушены почти полностью, к кому-то судьба оказалась более благосклонной. И если положить на одну чашу весов Бразилию с её тропической сельвой или Россию с её сибирской тайгой, тундровыми болотами и сравнительно низкой плотностью населения, а на другую – Китай и США с их мощным технологическим парком и перенаселённостью в первом случае и гиперпотреблением во втором, то окажется, что первые две страны не выбирают свою «экологическую квоту», тогда как вторые живут как бы в долг, за счёт ресурсов экологически благополучных стран. Это относится и к выбросам углекислого газа, в значительной мере поглощаемого экосистемами стран-доноров.

Таким образом, все страны мира можно разделить на две неравные группы. К первой относятся так называемые экологические доноры – 47 стран, ко второй страны-потребители, или экологические реципиенты, – 105 стран.¹⁴ Ниже приведены таблицы, в которых фигурирует первый десяток стран из обеих групп.

Таблица 3-1

Страны – экологические доноры. 2008
(Превышение экологической ёмкости над экологическим следом)

Страна	Насе- ление	Экологическая ёмкость (Предложение)		Экологический след (Потребление)		Запас экологической ёмкости	
	млн чел.	млн гга	гга/чел.	млн гга	гга/чел.	млн гга	гга/чел.
Бразилия	190	1708	9,0	552	2,2	+1156	+6,1
Канада	33	492	14,9	231	7,0	+261	+7,9
Аргентина	39	296	7,5	103	2,6	+193	+4,9
Россия	142	816	5,7	626	4,4	+190	+1,3
Австралия	21	307	14,7	143	6,8	+164	+7,6
Боливия	10	179	18,8	25	4,9	+154	+15,4
ДР Конго	63	173	2,8	47	0,7	+126	+2,0
Колумбия	44	177	4,0	83	4,8	+94	+2,1
Перу	29	110	3,9	44	5,4	+66	+2,3
Парагвай	6	69	11,2	20	3,0	+49	+8,2
Весь мир	6670	11895	1,8	17994	2,7	-6099	-0,9

Источник: The Ecological Footprint Atlas 2010. Числа округлены.

¹⁴ Учитываются страны с населением свыше 1 млн человек, по которым имеются надёжные статистические данные

Таблица 3-2

Страны – экологические реципиенты. 2008
(Превышение экологического следа над биоёмкостью территории)

Страна	Насе- ление	Экологическая ёмкость (Предложение)		Экологический след (Потребление)		Дефицит экологической ёмкости	
	млн	млн га	га/чел.	млн га	га/чел.	млн га	га/чел.
Китай	1336	1307	1,0	2959	2,2	-1652	-1,2
США	341	1194	3,9	2468	8,0	-1274	-3,7
Япония	127	76	0,6	602	4,8	-532	-4,1
Индия	1165	594	0,5	1063	0,9	-469	-0,4
Германия	82	158	1,9	418	5,0	-260	-3,1
Италия	58	68	1,1	296	5,0	-228	-3,9
Англия	61	82	1,3	299	4,9	-217	-3,5
Юж. Корей	47	16	0,3	233	4,8	-217	-4,6
Испания	44	71	1,6	239	5,4	-168	-3,8
Мексика	107	158	1,5	322	3,0	-164	-1,5
Весь мир	6670	11895	1,8	17994	2,7	-6099	-0,9

Источник: The Ecological Footprint Atlas 2010. Числа округлены.

Среди лидеров первого списка значатся три крупнейшие «экологические державы» – Бразилия, Россия, Канада. Благодаря огромным массивам сохранившихся девственных лесов они во многом определяют «экологическую погоду» на планете. Правда, их собственный экологический след не так уж мал (552 млн га у Бразилии, 626 млн га у России и 231 млн га у Канады), но он с лихвой перекрывается высокой экологической ёмкостью (1708 млн га Бразилия, 816 млн га Россия и 492 млн га Канада). А самое лучшее соотношение в этой группе между удельной экологической ёмкостью и удельным экологическим следом (запас экологической ёмкости, или биологическая устойчивость) у Боливии: +29,7 га на душу населения.

В первых четырёх строках второго списка фигурируют три гиганта – Китай, США и Индия. Но эти последние выделяются уже не только природными богатствами, но и объёмами промышленного производства, а также двух с половиной миллиардным населением (Китай плюс Индия). И хотя, в отличие от стоящей на третьем месте Японии с её ограниченными природными ресурсами, их собственная экологическая ёмкость обеспечивает им положение в первых шести строках мирового рейтинга (1307 млн га у Китая, 1194 млн га у США и 594 млн га у Индии), но она целиком «съедается» их экологическим следом (2959 млн га – Китай, 2468 млн га – США и 1063 млн га – Индия).

Вероятно, особого внимания заслуживает тот факт, что первые строчки в обоих списках занимают страны из группы БРИКС – аббревиатура начальных букв Бразилии, России, Индии, Китая и присоединившейся к ним в 2011 г. Южно-Африканской Республики (Republic of South Africa). Это несколько искусственное объединение, завоевавшее, однако, своё право на существование как международный политический и экономический клуб (по аналогии с «Большой семёркой») с ежегодными саммитами на высшем уровне. Страны эти в большинстве отмечены быстрыми темпами экономического развития и выдающимся положением по многим позициям – 25% в общей сложности от всей территории суши и почти 3 млрд населения, 18% от общемирового совокупного ВВП и т.д. В странах БРИКС собирается 40% мирового урожая пшеницы, двум из них – России и ЮАР – принадлежит ведущее место по добыче ископаемого

топлива и минеральных ресурсов, а Китай уже который год не без успеха борется за звание первой экономики мира, обогнав США в их исконно приоритетной отрасли – автомобилестроении (по числу произведённых автомобилей).

Однако ещё больше занимает экспертов завтрашний день БРИКС, поскольку через 30-40 лет эти страны по своему совокупному экономическому потенциалу обещают, по прогнозам, обогнать государства «Большой семёрки» (рис. 3-2). При этом мировое сообщество не может не волновать проблема их растущего экологического следа и, в особенности, сохранности экосистем России и Бразилии.

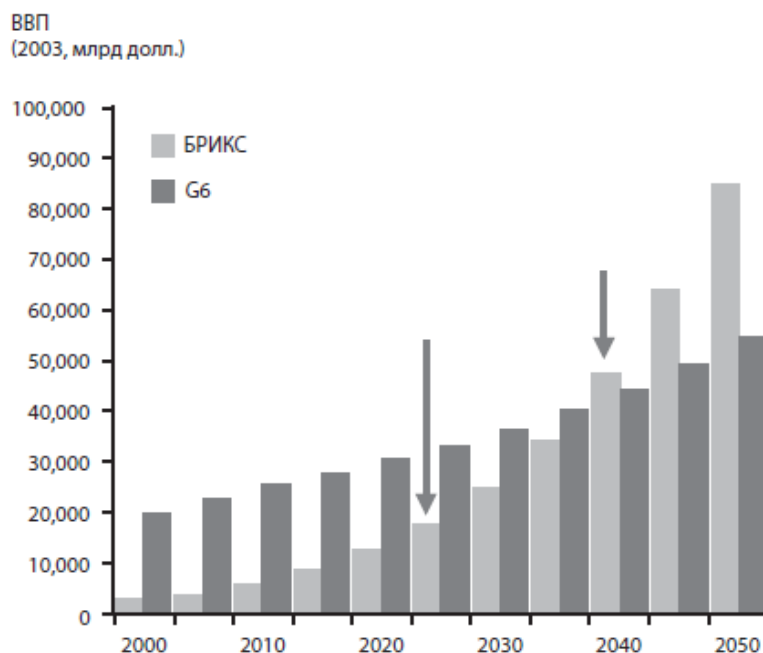


Рис. 3-2. Экономическое развитие стран БРИКС и «Большой семёрки» (за вычетом Канады) и прогноз до 2050 г. По вертикали – совокупный ВВП, трлн долл. США. Источник: Веб-сайт ThePicky.com. <http://www.thepicky.com/investing/brazil-russiaindia-and-china-bric-larger-economy-by-2050/>

Накопление CO₂ в атмосфере и изменение глобального климата уже послужили одной из вероятных причин аномальной летней жары на значительной части российской территории в 2010–2014 гг., сопровождавшейся торфяными и лесными пожарами, и катастрофического наводнения в бассейне реки Амур в 2013 г. А дважды повторявшиеся беспрецедентные засухи в бассейне Амазонки в 2005 и 2010 гг. привели к усыханию дождевых тропических лесов, что на время способствовало превращению этого региона в нетто-источник углекислого газа. Его выбросы в атмосферу в пересчёте на углерод составили в 2005 г., по разным оценкам, от 0,8 до 2,6 Гт, что сравнимо с мировыми выбросами от сжигания ископаемого топлива. Однако засуха 2010 г. побила и этот рекорд и привела к ещё большим выбросам CO₂ – от 1,2 до 3,4 Гт углерода [Lewis et al., 2011].

«Две недавние засухи в бассейне Амазонки, – говорится в февральском, 2011 г., номере журнала «Science», – стали примером того, как оставшиеся тропические леса Южной Америки могут перейти от поглощения избыточного углекислого газа из атмосферы к его выделению. Если серия засух продолжится, эпоха, в которой нетронутые леса Амазонии способствовали замедлению роста атмосферных концентраций углекислого газа, может подойти к концу» [Lewis et al., 2011]. А WWF отнёс увеличение повторяемости экстремальных засух в бассейне Амазонки и вызванное ими усыхание дождевых лесов к числу возможных «точек невозврата», которые могут быть пройдены в ближайшие десятилетия [Lenton et al., 2009]. Правда, в силу быстрого разложения отмершей органики и окисления содержащегося в ней углерода тропические леса почти вдвое уступают бореальным

по количеству депонируемого в них углерода. Дело в том, что во влажном тропическом климате отмершая органика быстро разлагается, а содержащийся в ней углерод, окисляясь до CO_2 , возвращается в атмосферу.

Что же касается экологического следа, то здесь также есть немало причин для беспокойства, поскольку трансформация экономики и рост благосостояния в странах БРИКС сопровождаются повышением уровня потребления, которое приближается к моделям, характерным для развитых страна. А это не может не сказываться на динамике их экологического следа. И не случайно быстрый рост эмиссии углекислого газа в последние полтора десятилетия учёные связывают с бурным развитием автомобильного парка в Китае, Индии и Бразилии [Oak Ridge National Laboratory, 2011].

Свою особую строку в летопись экологического следа вписывают города, где проживает сегодня 3,6 млрд человек – больше половины мирового населения, из них 40% – в городах «миллионерах». А к 2050 г. в городах, по прогнозам, будут жить около 6 млрд человек [UNFPA, 2007]. И тут тоже есть повод для беспокойства. Ведь урбанизация при всех своих плюсах и минусах влечёт за собой увеличение экологического следа. Так, например, экологический след, приходящийся на одного жителя Пекина, втрое превышает среднекитайский показатель [Hubacek et al., 2009]. Вместе с тем процесс этот, диктуемый интересами развития производительных сил, по всей видимости, закономерен и неизбежен. Как выразился Н.Н. Моисеев, рост мегаполисов – это не изобретение отдельных людей, а «природное явление» – следствие самоорганизации общества.

По уровню урбанизации все страны подразделяются на три группы – с долей городского населения свыше 50%, от 20 до 50% и ниже 20%. В развитых странах этот уровень составляет в среднем 75%, а в развивающихся около 40%. Но если у первых пик урбанизации остался далеко позади (к началу XXI века прирост городского населения снизился здесь до 0,5% в год), то развивающиеся страны переживают сегодня настоящий «городской взрыв» (по аналогии с взрывом демографическим) – 2,8% прироста в год [Максаковский, 2008]. При этом, как видно из диаграммы (рис. 3-3), наименее развитые, бедные страны отличаются наибольшими темпами прироста городского населения.

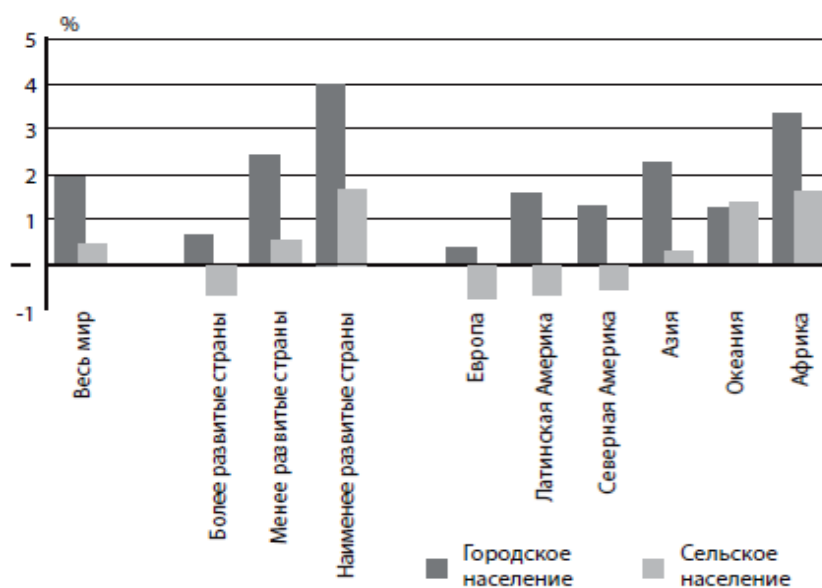


Рис. 3-3. Среднегодовые темпы прироста (убыли) городского и сельского населения по категориям стран и в основных регионах мира, 2005-2010 годы, %. Источник: Демоскоп weekly 2012 <http://demoscope.ru/weekly/2012/0507/barom01.php>

В сущности, они идут сейчас по пути, который прошли в своё время, только с гораздо меньшими издержками, более упорядоченно и постепенно, Европа и Северная Америка. При этом урбанизация в «догоняющих» странах выражается, в первую очередь, в стремительном росте супергородов, которые, словно гигантские пылесосы, втягивают в себя жителей сельской глубинки, не будучи в состоянии обеспечить их ни работой, ни сколько-нибудь сносными бытовыми условиями. И, в результате, городские окраины, где в основном селятся мигранты из сельских местностей и где они чаще всего предоставлены самим себе, нередко без элементарных удобств, электричества, водопровода и канализации, превращаются в так называемый пояс бедноты, «пояс трущоб». К сожалению, именно такая «трущобная урбанизация» во многом представляет лицо этого глобального процесса в экономически отсталых регионах мира.

Но всё-таки города – это своего рода мотор цивилизации, и коль скоро в них суждено жить большей части населения Земли, то, следовательно, именно там будет решаться судьба планеты, и, в том числе, размеры экологического следа, который, увы, продолжает расти. А при сохранении нынешней тенденции растущие города в ближайшие 30 лет угрожают «съесть» более половины «углеродного бюджета» человечества до 2100 г. [WWF, 2010].

Понятно поэтому, сколь многое будет зависеть от экологически грамотного подхода к решению городских проблем, который, по мнению авторов доклада «Живая планета 2012», должен исходить из «принципа одной планеты», т.е. представления о конечности ресурсов Земли. Сюда входят и экоэффективные технологии, и различные формы энергосбережения, и использование возобновляемых источников энергии, включая ветровые и солнечные энергоустановки, и компактность городской застройки (экономия на транспортных расходах), и приоритет общественного транспорта перед личным, и перестройка моделей поведения – от изменений структуры потребительской корзины до перехода к моделям ведения бизнеса, ставящим во главу угла интересы сохранения окружающей среды, и т.д.¹⁵

Но насколько согласуется эта «программа-максимум» с жизненными реалиями, относящимися, в особенности, к странам бывшего «третьего мира»? И как, скажем, «подверстать» какую-нибудь из западноевропейских столиц, в которой сортировка бытового мусора осуществляется уже на первом её этапе силами самих жителей, к 10-миллионному Каиру или 18-миллионному Мумбаи (бывш. Бомбей), где большая часть мусора остаётся в городской черте, а тысячи горожан живут прямо на свалках, служащих для них источником существования? Или как воспримет рядовой китаец или индиец, впервые реализовавший свою давнюю мечту – купить автомобиль, предложение ограничить свои поездки и пересесть обратно на велосипед?

Слов нет, определённые подвижки в сознании среднего европейца или американца, озаботившегося в последние 15–20 лет проблемами окружающей среды, в сочетании с природоохранными мерами государственного характера приносят уже свои плоды. Например, относительное уменьшение экологического и, в том числе, углеродного следа некоторых городов Европы и Северной Америки.

¹⁵ Приведём несколько примеров экономии воды в быту и на производстве, часто встречающихся в экологической литературе. Использование для разных целей воды разного качества (например, дождевой и сточной воды для слива в туалете и полива газонов). Установка на водопроводных кранах пошаговых регуляторов позволяющих фиксировать силу струи. Устранение протечек, из-за чего в США, например, теряется четверть перекачиваемой по трубам воды. Внедрение на производстве технологий очистки и повторного использования воды. Установка счётчиков водопотребления, позволяющих сократить расход воды на 30–40 %, и т.д. [Hawken et al., 1999].

Так, в Нью-Йорке выбросы CO₂ на душу населения сегодня на 30% ниже, чем в среднем по США [Dodman, 2009].

Но ведь $\frac{2}{3}$ городского населения мира проживает совсем в других городах и озабочено в основном другими проблемами, а именно там, прежде всего, «делается погода», определяющая рост глобального экологического следа. И если истребление африканских тропических лесов в значительной мере обусловлено тем, что древесина дёт на бытовые нужды жителей близлежащих городских окраин, где, как правило, нет даже электричества, то трудно рассчитывать на сокращение здесь экологического следа, автоматически увеличивающегося с ростом городов. Как, впрочем, немного шансов и на то, что при нынешнем уровне бедности им удастся самостоятельно разорвать этот порочный круг нищеты и найти выход из тупиковой ситуации.

Как показал анализ, проведённый экспертами Всемирного Банка, осознание истинной ценности природных ресурсов, таких как чистый воздух и незамутнённая питьевая вода, как нетронутые леса и плодородная почва, обычно приходит вместе с определённым уровнем благосостояния. Так, содержание дыма в городской атмосфере достигает верхнего предела, когда страна выходит на уровень дохода порядка 6000 долл. в год на душу населения, после чего вследствие принятия соответствующих мер уровень загрязнения постепенно снижается [The World Bank Group, 2014].

Бедность и невосприимчивость населения к ценностям окружающего природного мира идут рука об руку. И в этом смысле конструктивная часть программы WWF, изложенная в докладе «Живая планета 2012», скорее отвечает реалиям экономически развитых стран, призванных, очевидно, сыграть роль локомотива для остальной части человечества. Какая из двух составляющих этого параллелограмма сил возьмёт верх? Увы, ответа на этот вопрос пока не существует. И можно лишь повторить вслед за авторами доклада, что «изменение парадигмы такого масштаба, несомненно будет сопряжено с огромными трудностями. Все мы стоим перед лицом трудного выбора». Но весь вопрос в том, будет ли это наш собственный, своевременный и свободный выбор или же – в силу запоздалого осознания упущенных возможностей – навязанный нам извне диктатом жёстких ультимативных факторов, во власти которых окажется дальнейшая судьба человечества.

Часть II

ЦИВИЛИЗАЦИЯ НАД БЕЗДНОЙ КРИЗИСА (окончание)

4. Социальное измерение кризиса. 5. «Вклад» централизованной экономики и рынка. 6. Духовный кризис человека как первопричина экологического вызова

Глава 4. СОЦИАЛЬНОЕ ИЗМЕРЕНИЕ КРИЗИСА

Жизнь на 1,25 доллара в день для 17% населения «третьего мира» – 25 тыс. смертей в день от недоедания – Бедность как первейший из загрязнителей – Мигранты – новый пролетариат развитых стран – Ущербная среда мегаполисов

Ни экологическую, ни демографическую ситуацию на планете невозможно рассматривать в отрыве от социального кризиса, хотя до недавнего времени люди по большей части именно так и делали. Природа представлялась им лишь фоном для подмошток, на которых разыгрывались события социального театра. Но сегодня едва ли нужно доказывать, что между социумом и окружающей средой есть глубокая взаимосвязь, даже если она не всегда лежит на поверхности. Так что переживаемый в наши дни экологический кризис есть все основания считать кризисом социально-экологическим, что мы и попытаемся показать. Хотя в разных регионах мира этот кризис наделён особым своеобразием, и проблемы, наиболее важные для одной страны, могут оказаться на втором или на третьем плане для другой.

Так, например, острейшей социальной проблемой для развивающихся стран является *бедность*. Согласно принятой градации бедность может рассматриваться как относительная и абсолютная. Первая более актуальна для экономически развитых стран и определяется путём сравнения с общепринятым, «нормальным» для данного общества уровнем жизни. Критерии абсолютной бедности связаны в первую очередь с биологическими характеристиками, с нуждой в жизненных ресурсах, обеспечивающих человеку биологическое выживание. Исходя из критерия душевого дохода, ООН и Всемирным банком установлен критический порог бедности, равный 1,25 долл. на душу населения (по паритету покупательной способности, выраженному в постоянных международных долларах США). Это – *экстремальная бедность*, и по данным Всемирного банка на 1,25 долл. в день сегодня в мире живут 1,2 млрд человек.

В 2000 г. в Нью-Йорке на «Саммите тысячелетия», проводившегося ООН, была принята рассчитанная на 15 лет программа «Цели развития тысячелетия» по борьбе с бедностью, голодом и связанными с ними болезнями, а также материнской и детской смертностью. Наиболее впечатляющие успехи достигнуты в этом отношении в странах Восточной Азии, где уровень бедности, по сравнению с 1990 г., снизился с 60% до 16% к 2005 г. и до 12% к 2010 г. Только в Китае число людей, живущих на 1,25 долл. в день, уменьшилось за этот период на 600 млн человек. А всего в мире процент бедного населения по сравнению с 1981 г. сократился с 52% до 26%, т.е. вдвое [Группа Всемирного банка, 2011] (рис. 4-1).

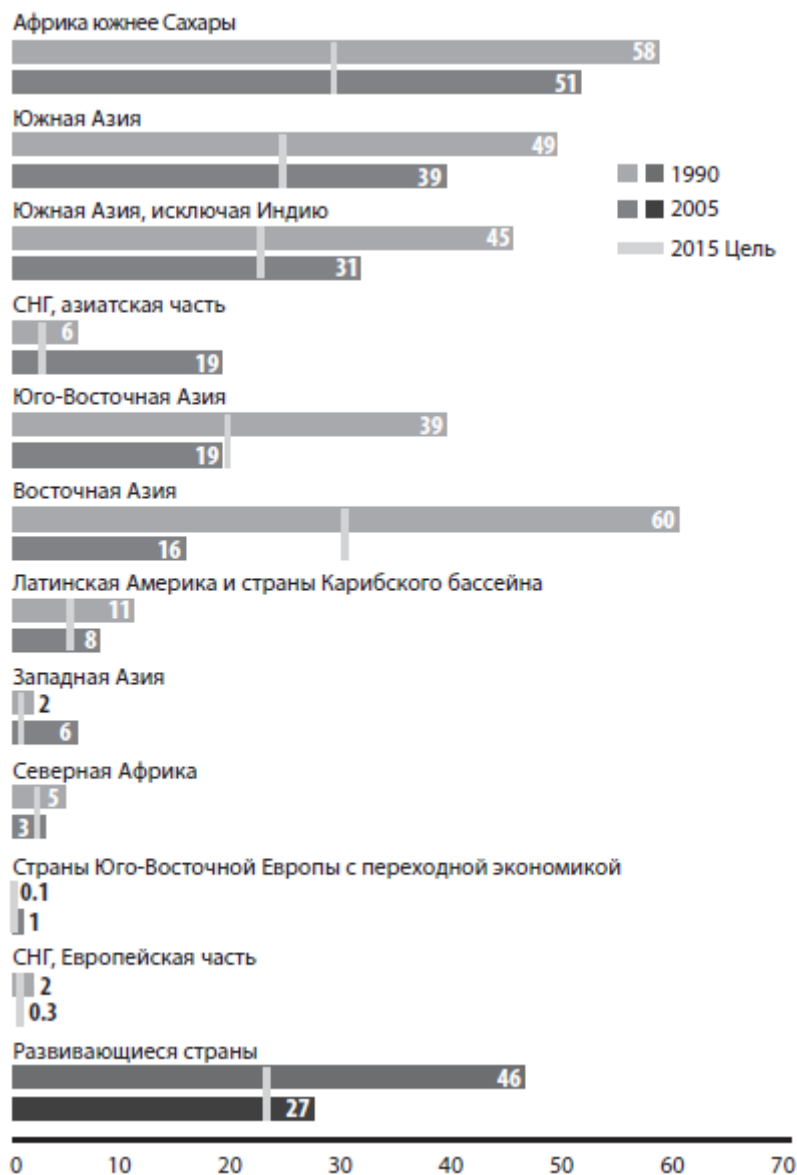


Рис. 4-1. Процентное соотношение людей, живущих за чертой бедности (менее 1,25 долл. в день) в 1990 г. и в 2005 г. (соответственно, светлая и темная полоска). Вертикальная риска – цель к 2015 г. Источник: [Alkire, Santos, 2010].

К сожалению, процесс этот гораздо слабее затронул страны Южно-Азиатского региона, где процент бедности хотя и снизился с 50% до 30% (с 1990 г. по 2010 г.), но в силу продолжающегося роста населения общее количество бедных людей осталось на прежнем уровне. Практически не удалось потеснить бедность в африканских странах к югу от Сахары, половина населения которых живет менее чем на 1,25 долл. в день, а в абсолютном исчислении (единственный регион в мире) число таких людей даже возросло – с 290 млн в 1990 г. до 414 млн в 2010 г. Здесь тяжёлое экономическое положение усугубляется межэтническими войнами, чехардой государственных переворотов и эпидемией СПИДа. [Цели развития тысячелетия..., 2013] Именно эти страны – Демократическая республика Конго, Зимбабве, Либерия, Нигер и др. – со средним годовым доходом менее 1000 долл. на душу населения входят сегодня в десятку самых бедных стран мира. Причём разрыв между самыми бедными и самыми богатыми странами за последние сорок лет лишь увеличился.

Так, если в 1970 г. средний доход страны, относящейся к верхней четверти мирового рейтинга, был в 23 раза выше дохода страны, занимающей место в его нижней четверти, то к 2010 г. эта разница возросла до 29 раз. А средний доход жителей 13 самых бедных стран сегодня ниже, чем в 1970 г. (например, беднейшей

из них – Зимбабве – на 25%). Как признаётся в «Докладе ООН о развитии человека 2010», «дистанция между богатейшими и беднейшими странами увеличилась до размеров пропасти». Так, например, человек, родившийся в Нигере, будет жить на 26 лет меньше, чем житель Дании, и в 55 раз меньше потреблять продуктов [Доклад о развитии... 2010].

Особенно тяжело сказывается бедность на детях, причём ущерб, приносимый ею в раннем возрасте, как правило, невосполним. Так что история Оливера Твиста, сочиненная добрым Диккенсом для любителей хэппи-энда, это сказка, имеющая, увы, мало общего с действительностью, которая, как правило, куда безжалостней и циничней. Приводимые на этот счёт статистические данные в «Докладе о развитии человека 2014» говорят сами за себя. Каждый пятый ребенок в развивающихся странах, на которые приходится 92% детей в мире, живет в условиях абсолютной бедности по доходам и уязвим к недоеданию. Семь детей из 100 не проживут дольше пяти лет, а у 50 из них даже не будет зарегистрировано рождение. 17 из 100 никогда не поступят в школу. У 30 будет задержка роста в результате недостаточного питания, которое является также одной из причин летального исхода в 35% случаев смерти от кори, малярии, воспаления лёгких и диареи. А отсутствие канализации и чистой питьевой воды резко повышают у этих детей риск инфекционных заболеваний [Доклад о развитии... 2014].

Не более утешительны и их дальнейшие перспективы. «При отсутствии базового питания, медико-санитарной помощи и стимулов к здоровому росту многие дети из бедных семей, поступая в школу, оказываются неподготовленными к обучению, плохо учатся, остаются на второй год, и для них высока вероятность выбытия из школы. <...> Впоследствии они имеют больше шансов остаться безработными или устроиться на работу в режиме частичной или незащищённой занятости» [Там же]. Таким образом, опутывая человека с первых дней жизни, бедность обладает способностью самовоспроизводиться из поколения в поколение, почти не оставляя шансов тем, кто однажды попал в её сети.

Но до какой степени можно полагаться на чисто монетарный показатель – величину среднего душевого дохода, и насколько адекватно отражает он истинную картину такого сложного явления как бедность? Ведь бедность и нищета многолики, они имеют многомерный характер. Это и ограниченность жизненного выбора, и духовная скудость при недоступности образования, и недостаток средств для поддержания здоровья и жизненной энергии. Наконец, бедность – это отсутствие условий для элементарного самоуважения и поддержания чувства человеческого достоинства.

Все эти соображения побудили учёных к поиску новых подходов к проблеме, в результате чего в 2010 г. был предложен интегральный показатель – *индекс многомерной бедности* (ИМБ), дающий в руки исследователям более полный «портрет бедности» в сравнении с традиционным подходом, основанном на доходах. В настоящее время он принят большинством стран и организаций, включая ООН, занимающихся проблемой бедности и социального неравенства.

Опираясь на три основных набора данных, касающихся здоровья, образования и условий жизни, ИМБ показывает, сколько людей на уровне отдельной семьи и домохозяйства (масштаб бедности) испытывают разного рода лишения, или депривации, и со сколькими из них люди сталкиваются одновременно (её интенсивность и глубина). С помощью ИМБ пытаются сравнивать давление бедности на семьи, оказавшиеся в очень несходных ситуациях. Например, на семью, в которой умер пятилетний ребенок и где дети школьного возраста не посещают школу и страдают от недоедания, или на семью, живущую в доме,

лишённом канализации, водоснабжения и электричества, с земляным полом, и пользующуюся грязными видами топлива (навоз, дрова, древесный уголь), отравляющими воздух в помещении, и т.д.

На рис. 4-2 показаны три основных измерения индекса многомерной бедности – здоровье, образование жизни – и десять индикаторов, соответствующих видам депривации, с которыми сталкивается индивид. Так, измерение «здоровье», включает два индикатора – недостаточность питания хотя бы одного из членов домохозяйства и количество умерших в семье детей. Измерение «образование» фиксирует количество детей, не посещающих школу, а также взрослых членов семьи, не имеющих пятиклассного образования. Наконец, измерение «уровень жизни» содержит шесть показателей, в которых учитываются: отсутствие электроснабжения, отсутствие доступа к чистой питьевой воде, отсутствие канализации, грязные полы в доме, использование «грязного» топлива для приготовления пищи, отсутствие в домохозяйстве автомобиля и наличие хотя бы одного из следующих технических средств – велосипеда, мотоцикла, радиоприёмника, холодильника, телефона или телевизора.

Индекс многомерной бедности (ИМБ)



Рис. 4-2. Компоненты индекса многомерной бедности. Источник: [Alkire, Santos, 2010].

Но чтобы домохозяйство было признано многомерно бедным, оно должно испытывать одновременно несколько деприваций – не менее трети от общего их числа. Расчёт индекса многомерной бедности для страны или региона осуществляется путём умножения доли бедного населения H на показатель глубины (интенсивности) бедности A , отражающий среднее число одновременно испытываемых людьми деприваций [Доклад о развитии... 2010].

Как уже было сказано, данные по доходам часто не отражают истинной картины бедности и не содержат информации о здоровье и образовании соответствующих групп населения. К тому же доходы бедняков не всегда конвертируются в образование и здоровье, что зависит от местных условий, разнящихся не только по странам, но и по штатам и провинциям. Так, в некоторых странах медицинская помощь и обучение в школе предоставляются бесплатно или по невысокой цене (Танзания, Узбекистан, Шри-Ланка), тогда как в других они бывают недоступны даже для многих работающих (Нигер, Эфиопия). Поэтому ИМБ призван дополнять финансовые показатели бедности и способствовать проведению более эффективной адресной политики в данной сфере. И хотя между

оценками бедности с использованием ИМБ и исходящими из показателя в 1,25 долл./день прослеживается чёткая взаимосвязь, эти оценки заметно различаются не только по странам и регионам, но и по миру в целом. Так, согласно проведённым исследованиям, в 2001-2010 гг. в 109 развивающихся странах с населением в 5,5 млрд человек в условиях многомерной бедности жили около 1,7 млрд человек (почти $\frac{1}{4}$ мирового населения), в то время как численность людей, обитающих за чертой бедности в 1,25 долл. в день, равнялась 1,3 млрд человек. Разница, как видим, весьма существенная [ООН: Индекс человеческого развития в 2011 году].

Наибольший процент многомерно бедных проживает в странах Африки к югу от Сахары. Это, прежде всего, Нигер, где этот показатель достигает чудовищных размеров – 92%, далее с незначительным от него отставанием следуют Эфиопия – 89%, Мали – 87% и ещё двадцать три беднейших африканских государства. Свыше половины их жителей пережили смерть ребёнка и примерно столько же не владеют грамотой. Однако самая большая по численности группа многомерно бедного населения живет в Южной Азии – Пакистан, Бангладеш и Индия (см. диаграмму – рис. 4-3). Только в восьми индийских штатах (из 28 плюс столичная территория Дели) проживает больше многомерно бедных людей (421 млн), чем в 26 беднейших африканских странах вместе взятых (410 млн). И это несмотря на очевидный прогресс в борьбе с нищетой, достигнутый Индией за минувшее тридцатилетие и выразившийся в росте расходов на социальные услуги и сокращении процента бедных с 50% в 1983 г. до 32,7% в 2010 г. [Доклад о развитии... 2010, 2013].

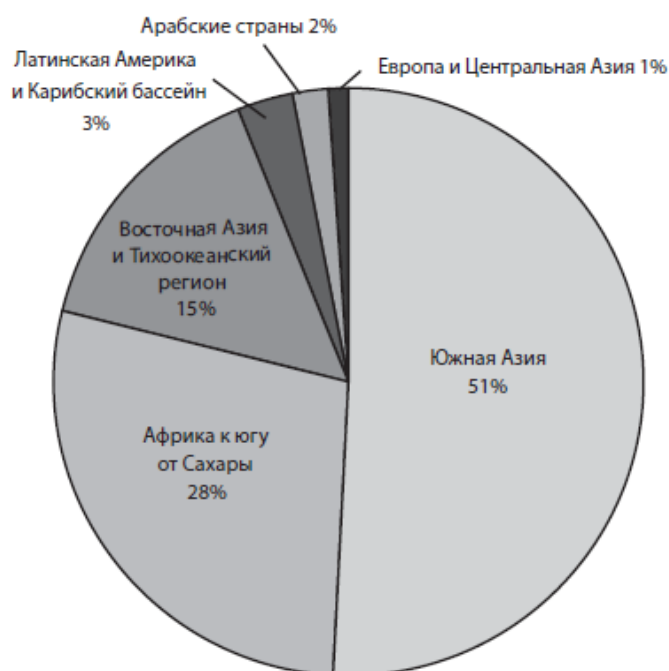


Рис. 4-3. Региональное распределение многомерно бедного населения мира, живущего в развивающихся странах. Выборка включает 98 развивающихся стран и охватывает 92% их населения.

Источник: http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_RU_Chapter5_reprint.pdf

Но, пожалуй, самым грозным спутником бедности и нищеты является *голод*, от которого постоянно или периодически страдают огромные контингенты населения слаборазвитых стран.

Правда, угроза голода, начиная ещё с библейских времён, словно дамоклов меч, постоянно нависала над человечеством, ставя на грань выживания целые племена и народы. От засухи, неурожаев и сопутствующих им стихийных бедствий люди вымирали городами и деревнями, причём очень часто непосредственной причиной

продовольственной катастрофы являлись социальные потрясения и войны. Стоит вспомнить хотя бы голод в Поволжье 1921–1922 гг., явившийся результатом гражданской войны в России, от которого умерло около 5 млн человек.

Вплоть до конца XIX века голод периодически посещал и европейские страны, ярким примером чему явился так называемый «картофельный голод» в Ирландии в 1845–1849 гг., когда вследствие неурожая картофеля – основной пищи ирландских бедняков, – поражённого патогенным грибом, умерло до 1,5 млн человек и ещё столько же эмигрировало в Америку. В результате за пять голодных лет страна потеряла около четверти своего населения. И лишь в XX веке, с приходом на поля новейших методов селекции и агротехники, появлением высокоурожайных сортов злаковых и овощных культур, широким внедрением удобрений и гербицидов, приведшим к резкому увеличению производства зерна, угроза голода в Европе и Северной Америке отступила, надо думать, окончательно. В настоящее время на страны, в которых проживает всего 18 % населения Земли, приходится $\frac{3}{4}$ мирового производства продовольствия, а основными его экспортёрами являются США, Канада, Австралия, Франция и Аргентина.

Но совсем иная картина наблюдается в развивающихся странах с их быстро растущим населением, за которым в большинстве из них не поспевает рост урожаев. Правда, в послевоенные десятилетия, благодаря «зелёной революции» с её высокотехнологичными приёмами обработки земли, продовольственная проблема была существенно смягчена, а мировой рост производства зерна в 1950–60-е гг. даже обгонял рост населения. Однако в дальнейшем, с середины 1980-х гг., рост производства зерна на душу населения стал постепенно падать – примерно на 1% в год, что в первую очередь сказалось на экономически отсталых странах, где продолжался демографический бум, а площадь пригодной для возделывания земли таяла, как шагреновая кожа. И хотя численность хронически недоедающих людей в мире снизилась – с 920 млн человек в начале 1970-х гг. до 850 млн в наши дни, – она по-прежнему всё ещё очень высока. А поскольку почти все страдающие от недостатка продовольствия страны сосредоточены в околоэкваториальных широтах, то можно говорить о сложившемся здесь обширном поясе голода и недоедания, опоясавшем Землю по обе стороны экватора и включающем Центральную Америку и государства Карибского бассейна, Южную и Юго-Восточную Азию и всю Тропическую Африку. В этом последнем беднейшем регионе планеты от недоедания страдают около 200 млн человек, причём есть страны – Чад, Сомали, Уганда, Мозамбик, Эфиопия, Замбия, – где их доля составляет от 30 до 40% населения [Максаковский, 2008, кн. I].

Сегодня в мире насчитывается, страдает от хронического недоедания каждый восьмой житель планеты, а от его последствий каждый год умирают около 9 млн человек (25 тыс. смертей в день). Поэтому борьба с голодом является одной из приоритетных для ООН. И не случайно в Целях развития тысячелетия, принятых в 2000 г. на Саммите Тысячелетия государствами – членами ООН, задача сокращения к 2015 г. вдвое доли голодающих (по сравнению с 1990 г.), а также бедных с доходом менее 1 долл. в день, фигурирует на первом месте [Цели развития..., Доклад за 2013 г.]. И кое-какие успехи здесь уже налицо. Так, по сравнению с 1990–1992 гг., доля людей в развивающихся странах, страдающих от недоедания, снизилась в 2010–2012 гг. с 23% до 15%. А в государствах Юго-Восточной Азии она упала с 30% до 11%, в Восточной же Азии и, в частности, в Китае – с 21% до 12%. Так что кое-где эта «цель тысячелетия», можно считать, уже достигнута (см. табл. 4-1).

Таблица 4-1

Регион	Доля людей, страдающих от недоедания в 1990–1992 гг., %	Доля людей, страдающих от недоедания в 2010–2012 гг., %
Африка к югу от Сахары	32	27
Южная Азия	27	18
Восточная Азия	21	12
Юго-Восточная Азия	30	11
Западная Азия	7	10
Латинская Америка	15	8
Центральная Азия	14	7
Северная Африка	4	3
Развивающиеся страны в целом	23	15

Доля людей, страдавших от недоедания в 1990–92 гг. и в 2010–2012 гг. (по А.Н. Захарову). Источник: [Цели развития..., 2013]

Немногим хуже обстоят дела в Латинской Америке. И лишь в Южной Азии и в странах Африки южнее Сахары ситуация все ещё далека от намеченной цели. А надежда вдвое сократить здесь армию голодных к 2015 г., очевидно, не сбылась. И дело не только в мировом финансовом кризисе 2008-2010 гг., больнее всего ударившем по экономике бедных развивающихся стран, но и в таких долговременных факторах, как истощение природных ресурсов, как резкое сокращение пригодных для возделывания земель, как дефицит пресной воды для орошаемого земледелия. Приблизилось, по-видимому, к своему верхнему пределу и использование возобновляемых ресурсов Мирового океана, которые, как показали исследования специалистов ФАО, изымаются в размерах, превышающих допустимую норму. При этом в девяти из 17 основных рыболовных районах мира они находятся на грани полного исчерпания. А, следовательно, не приходится рассчитывать и на существенное увеличение мировых уловов рыбы [Максаковский, там же].

Так что амбициозные планы по искоренению голода в слаборазвитых странах – это пока ещё не решённое уравнение со многими неизвестными. Решаемо оно или нет, покажет будущее. «К тому же, – говорится на сайте Института демографии Высшей школы экономики «Демоскоп Weekly», – вовсе нет уверенности, что, став доступным экономически, внедрение эффективных сельскохозяйственных технологий приведёт к решению продовольственной проблемы. Сейчас уже хорошо известно, что применение таких технологий нередко вызывает непредвиденные последствия и порождает новые трудности. <...> И в любом случае быстрое наращивание производства продовольствия в условиях общей бедности будет иметь своим следствием растущую нагрузку на все естественные ресурсы планеты, подводя их к границе полного истощения» [Демоскоп, 2002].

Бедность и деградация окружающей среды связаны между собой неразрывно. Три четверти бедняков развивающихся стран проживают в сельской местности, занимаясь традиционными формами сельского хозяйства. Культивируют они, как правило, неудобья – крутые засушливые склоны, малоплодородные почвы на месте сведения тропических лесов и т.п. В отсутствие материальных и технических возможностей для поддержания плодородия почв, для борьбы с их засолением и эрозией это приводит к быстрому истощению обрабатываемой земли.

Другая часть бедняков, обитающая в городах, селится по преимуществу на окраинах, посреди пустырей и мусорных свалок. При этом ни у самих жителей, существующих на 1–2 долл. в день, ни у местных властей не хватает средств на то, чтобы нести расходы по очистке городской среды. В результате значительная часть твёрдых бытовых отходов скапливается в черте города, загрязняя почву и воздух, в особенности, когда они сжигаются открытым способом, в результате чего образуется особенно много самых токсичных отходов, включая диоксины.

Жилища здесь, как правило, неблагоустроенные, причём топливом для обогрева и приготовления пищи служат дрова и хворост. Из-за примитивного устройства печей это ведёт к сильному задымлению и загрязнению помещений. Дрова заготавливаются в близлежащих лесах, что служит одной из главных причин обезлесения (другая – добыча деловой древесины). Так, например, вырубка лесов вокруг Дар-эс-Салама (Танзания) уже привела к полному уничтожению ценных древесных пород в радиусе 200 км от города. Распространяясь со скоростью около 9 км/год, эти «волны деградации» наносят ущерб не только биоразнообразию уцелевших экосистем, в которых содержится на 70% меньше видов, чем в удалённых от города лесах, но и подрывают их биологическую продуктивность, что выражается в резком – на 90% – сокращении органически связанного углерода на единицу площади. Таким образом, в отсутствие дешёвой альтернативы древесному углю и на фоне растущего спроса на строительную древесину африканские мегаполисы превращаются в центры деградации окружающей среды [Живая планета, 2010].

Особенно острой проблемой для развивающихся стран является обеспечение населения чистой водой и канализацией, а бедность и низкий уровень обеспеченности тем и другим обычно взаимосвязаны. До настоящего времени в развивающихся странах и в ряде республик бывшего СССР около 1,2 млрд человек не имеют доступа к качественной питьевой воде и до 2,4 млрд не обеспечены канализацией, что повышает риск распространения кишечных инфекций, холеры, дизентерии, брюшного тифа и гепатита А. Как подсчитали специалисты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в результате потребления загрязнённой воды в мире ежегодно умирает около 5 млн человек. А бывший директор ВОЗ Х. Малер заметил по этому поводу, что «число кранов на 1000 жителей – лучший показатель здоровья, чем число больничных коек» [Данилов-Данильян, Лосев, 2006, с. 100].

Но если количество людей, не имеющих доступа к безопасной воде, в мире постепенно сокращается, то численность населения, лишённого возможности пользоваться канализацией, наоборот, растёт. Так, за последнее десятилетие XX века оно выросло с 2,6 до 3,3 млрд человек – в основном за счёт развивающихся стран. Отсутствие канализации ведёт к росту фекального загрязнения поверхностных и подземных вод, к снижению качества воды в источниках питьевого водоснабжения и тем самым вносит основной вклад в те 5 млн ежегодных смертей, что обусловлены антисанитарными условиями [там же].

Еще одна проблема, не менее актуальная для развивающихся стран, – промышленное загрязнение. Его угрожающие масштабы стали очевидны с приходом сюда урбанизации и индустриализации, хотя на фоне культурной и технической отсталости зло это было, можно сказать, предсказуемо. Немалую лепту внесли в него Европа и США, перенёсшие на территории бывших колоний значительную часть своего «грязного» производства, не уделив при этом должного внимания технике безопасности и строительству современных очистных сооружений. К тому же развивающиеся страны зачастую служат полигоном для утилизации бытовых и промышленных отходов, свозимых сюда из других регионов. Так, например, электронный мусор за небольшую плату доставляется во

Вьетнам, Индию, Пакистан, Нигерию и Гану. А в г. Читтагонг (Бангладеш) расположен один из крупнейших в мире центров утилизации списанных морских судов. В ходе утилизации на побережье сбрасываются токсичные свинцовые отходы, а акватория загрязняется сливаемым машинным маслом.

Назовем ещё несколько наиболее «прославленных» своей загрязнённостью городов на Азиатском, Африканском и Американском континентах. Хазарибагх, Бангладеш, центр кожевенной промышленности, использующей для обработки кож раствор 6-валентного хрома, сливаемого в реку без всякой очистки. Кабве, Замбия, чьи окрестности на много километров заражены свинцом в результате его бесконтрольной добычи на протяжении всего XX века. Аккра, столица Ганы, где расположена одна из крупнейших в мире свалок электронного мусора, большая часть которого сжигается открытым способом. Порт-Харкорт, Нигерия, и дельта реки Нигер – загрязнение отходами нефтепромыслов и нефтеперерабатывающих заводов. Шахтерский город Ла Оройа, Перу, называемый перуанским Чернобылем. Окрестности города загрязнены цинком, медью, свинцом и двуокисью серы. Растительность здесь почти полностью выжжена кислотными дождями, а у подавляющего большинства жителей содержание свинца в крови в два-три раза превышает предельно допустимое.

Наконец, нельзя не сказать несколько слов о ситуации в Индии и в Китае, учитывая особое положение, которое они занимают среди развивающихся стран.

Экологическая ситуация в Китае одна из самых сложных на планете – и в силу его демографической «переуплотнённости», и в результате волюнтаристской политики «большого скачка», проводившейся в стране в годы маоистской диктатуры. Тогда, с целью освобождения площадей под зерновые, в стране были распаханы миллионы гектаров пастбищ, а в верховьях рек Янцзы и Хуанхэ вырублены сотни тысяч гектаров леса, что привело к резкому нарушению экологического равновесия, к деградации почв, опустыниванию, расширению ареалов стихийных бедствий, в особенности наводнений. В настоящее время в экологически неблагоприятных условиях живет более половины населения страны, а из 20 наиболее загрязненных городов мира 10 находятся в Китае [Максаковский, 2008, кн. II]. Китай занимает первое место в мире по загрязнению водной среды органическими поллютантами, из-за чего вода в большинстве его рек стала непригодной для питья и разведения рыбы, и второе место после США по выбросам в атмосферу двуокиси углерода. Но если в западных странах главным загрязнителем атмосферы служит автотранспорт, то в Китае эту роль выполняют тепловые электростанции и промышленные топки, работающие на угле, а также его использование в быту. Отсюда проблема смога в больших городах, где в неблагоприятную погоду можно ходить только в респираторах. К тому же в Китае используется уголь с большим содержанием серы, запрещённый к применению в других странах, что служит причиной регулярных кислотных дождей, наносящих большой урон земледелию и лесным экосистемам.

Хотя Индия после провозглашения независимости в 1948 г. и пошла по демократическому пути развития, но напряжённость экологической обстановки там немногим уступает Китаю. Сказывается, очевидно, её колониальное прошлое, а также последствия демографического взрыва, начавшегося во второй половине XX века. Будучи второй страной мира по численности населения (1264 млн человек), Индия занимает шестое место по выбросам в атмосферу углерода и третье – после Китая и США – по объёму выбросов органических веществ в поверхностные водотоки. При этом источником 90% таких загрязнений служат городские промышленно-бытовые стоки, в большинстве своём сбрасываемые в реки без всякой очистки [Максаковский, там же]. Что же касается загрязнений диоксидом

углерода, то 35% из них приходится на промышленность и энергетику и около 40% – на автомобильный транспорт. Причём ТЭС Индии чаще всего используют высокозольный уголь, а автомобили – низкокачественный этилированный бензин. Добавим к этому массовое использование древесины в качестве бытового топлива как причину непрекращающейся вырубке лесов, ведущей к процессу обезлесения, который в Индии достигает 1,5 млн га в год.

В свете сказанного не приходится удивляться, что многие развивающиеся страны уже лишились значительной части своих экосистем. Продолжается процесс уничтожения тропических лесов Амазонии и Центральной Америки, Тропической Африки, Южной и Юго-Восточной Азии. В некоторых странах, как, например, в Сальвадоре, на Ямайке и Гаити они практически уже сведены, а на Филиппинах сохранилось лишь 30% первичных лесов. Наибольшие по площади лесные массивы сводятся в Бразилии (25 тыс. км²/год) и на Филиппинах (10,8 тыс. км²/год). А по относительным темпам уничтожения лесов в первую тройку входят Бангладеш – 4,1% лесов в год, Пакистан и Таиланд – 3,5% [Максаковский, 2008, кн. I]. Несколько лучше ситуация с лесными экосистемами на африканском континенте, однако и здесь есть государства, где они уничтожены почти полностью. Это, в частности, Руанда и Бурунди – страны сплошного сельского хозяйства с быстро растущим населением.

Нищета, безработица, социальная незащищённость перед лицом стихийных бедствий и военных конфликтов – всё это причины, побуждающие жителей бедных регионов мира искать лучшей доли в более благополучных странах Европы и Северной Америки. И в эти миграционные процессы вовлекаются огромные массы населения развивающихся стран.

Но так было не всегда. До середины XX века основным очагом эмиграции в мире выступала как раз Европа, а первым толчком к ней послужили Великие географические открытия, создавшие предпосылки для оттока избыточного населения Старого Света, устремившегося на неосвоенные просторы Сибири. Америки и Австралии. Однако по-настоящему этот процесс развернулся лишь со второй половины XIX века. Только за столетие с 1820 по 1920 гг. из Европы в США эмигрировало более 50 млн человек. В разное время этому способствовали две мировые войны, голодные годы (например, «картофельный голод» в Ирландии в 1845–1849 гг.), тирания монархических и тоталитарных режимов, еврейские погромы в России начала XX века, геноцид армян в Османской империи 1915–1923 гг. и т.д.

Но сегодня миграционный поток пошел как бы в обратном направлении. И, как и в прошлые века, это чаще всего бегство от перенаселённости, голода и нищеты, от локальных и межэтнических войн. Как говорится в Докладе ООН о развитии человека за 2004 г., для Западной Европы, Австралии и Северной Америки рост миграции в последние десятилетия практически полностью обеспечивался за счёт притока людей из бедных стран. Сегодня почти каждый десятый их жителей родился за пределами этих благополучных регионов, причём около 9% мигрантов (16 млн человек) составляют беженцы – политические или же из очагов военных действий [Доклад о развитии... 2014]. А общая численность мигрантов, согласно отчету Департамента ООН по экономическим и социальным вопросам, составила в 2013 г. 232 млн человек, или 3,2% от всего населения Земли [Центр новостей ООН].

Конечно, такой огромный наплыв дешёвой рабочей силы не может не сказываться на экономике принимающих стран, тем более что спрос на заполнение вакансий в категории так называемых «3D» (от английских слов dirty, dangerous,

degrading – грязных, опасных, унижительных) растёт по всему миру. На них в первую очередь и претендуют мигранты из бедных стран, которые, не состоя в профессиональных союзах и не имея должной социальной защиты, не требуют повышения заработной платы, что позволяет работодателям экономить на этой статье расхода, обеспечивая, таким образом, конкурентоспособность своего бизнеса.

Но особенно выгодны бывают для предпринимателей нелегальные мигранты, число которых, по оценкам МОТ (Международная организация труда), составляет от 10 % до 20 % трудовых мигрантов в мире. Без легального разрешения на право жительства в стране пребывания, без трудового контракта они, по понятным причинам, готовы мириться и с низкой зарплатой, и с тяжёлыми условиями труда и потому становятся объектом самой беззастенчивой эксплуатации [Таран, 2010, с. 70–71].

Но даже и в этих условиях заработки мигрантов являются всё же ощутимым подспорьем для оставшихся на родине их семей. А если учесть масштабы современной миграции, то эти разрозненные ручейки, сливаясь, оборачиваются довольно-таки весомым вкладом в экономику развивающихся стран и являются вторым по значимости финансовым потоком после прямых иностранных инвестиций и практически в два раза превосходят суммы, направляемые сюда в виде помощи по официальным каналам [Глуценко, 2005]. А, кроме того, работающие за границей мигранты приобретают ценные навыки, знания и опыт, что положительно сказывается при возвращении на родину, способствуя повышению культуры и результативности их труда.

Правда, по собственной воле возвращаются далеко не все: уж слишком велик контраст между уровнем жизни в Европе, Австралии или Северной Америке и странах «третьего мира». И если есть хоть малейшая зацепка, возможность как-нибудь зацепиться в стране пребывания, большинство мигрантов ею пользуются. П. Таран отмечает, что трудовые мигранты из развивающихся стран первыми пострадали во время последнего экономического кризиса вследствие увольнений, потерь в заработке или ухудшения условий труда, тем не менее, в своём большинстве они предпочли не возвращаться домой, если не подвергались насильственной высылке. «Даже если им предлагалось финансовое вознаграждение за добровольный отъезд, они предпочитали остаться. <...> Потому, что дома ситуация ещё хуже» [Таран, там же, С. 85].

Этот вопиющий контраст между экономически развитыми и отсталыми странами представляет собой проблему проблем социального мироустройства. В древние времена, например, в античном и феодальном обществах, деление на богатых и бедных было обусловлено, прежде всего, сословными границами и обычно (хотя и не без исключений) воспринималось как норма жизни, то сегодня, в условиях юридически провозглашённого равенства граждан, оно видится как социальная несправедливость, в особенности, когда речь идёт о целых народах. Почему население одних стран живёт в довольстве и достатке, порой даже с очевидными излишествами, тогда как другие должны терпеть постоянные голод и нужду?

Это экономическое неравенство порождает социальную напряжённость и нестабильность в мире, а потому служит серьёзным препятствием на пути перехода к устойчивому развитию, что хорошо понимают многие учёные и политики. И чтобы помочь отсталым странам вырваться из тисков бедности, 34 наиболее развитых государства мира, объединённых в Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), предоставляют им ежегодную Официальную

помощь развитию (ОПР). В 2012 г. чистый объём такой помощи составил 125,6 млрд долл. США, что соответствует 0,29% совокупного национального дохода стран-доноров. А крупнейшими из них были США, Англия, Германия, Франция и Япония [Цели развития тысячелетия... 2013].

Другим инструментом экономической помощи бедным странам является списание их государственного долга. Так, за период 2000–2010 гг. доля поступлений от экспорта, расходуемая на обслуживание госдолга развивающихся стран, сократилась с 11,9% до 3%. А в рамках Инициативы МВФ в отношении бедных стран с высоким уровнем задолженности (Heavily Indebted Poor Countries, ХИПК) 35 из них были в 2011 г. полностью освобождены от долгового бремени [Там же].

Но финансовая помощь лишь одно из слагаемых глобальной стратегии по сокращению разрыва между отстающими и развитыми странами. А выработка такой стратегии невозможна без системы объективных критериев, позволяющих достаточно полно судить о социальном и экономическом положении в той или иной стране и о *качестве жизни* её населения.

Этот далеко не новый термин вошёл в широкий научный обиход в последние два-два с половиной десятилетия благодаря предложенным количественным методам его оценки. А его основным измерителем стал *индекс развития человеческого потенциала* (ИРЧП), или Human Development Index, разработанный в 1990 г. группой экономистов во главе с пакистанцем Махбубом-уль-Хаком в рамках Программы развития ООН (ПРООН). Ведь человеческий потенциал – это важнейший ресурс национальной экономики, одно из условий успешного её функционирования. Поэтому для постиндустриального общества работник как гармонически развитая личность представляет особую ценность, а расходы на образование, профессиональную подготовку и здравоохранение считаются одной из самых выгодных инвестиций.

Если упоминавшийся выше индекс многомерной бедности предназначен в основном для оценки ситуации в развивающихся странах, то ИРЧП имеет более универсальное значение. Он даёт возможность комплексной, балльной оценки качества жизни в любой стране мира и позволяет ранжировать и сравнивать между собой разные страны и регионы. При этом если рейтинг какой-либо страны на основе ИРЧП стоит выше рейтинга по ВВП, то это значит, что её успехи в области экономического развития с высокой эффективностью конвертируются в благосостояние и качество жизни населения. Обратное же соотношение говорит о том, что экономический прогресс страны слабо сопрягается с интересами большинства её граждан.

Рассчитывается индекс человеческого развития на базе следующих трёх компонентов: ожидаемой продолжительности жизни, средней и ожидаемой продолжительности обучения и реального душевого дохода – ВВП на душу населения (соответственно паритету покупательной способности). Эти три измерения стандартизируются в виде числовых значений от 0 до 1, причём максимальные значения присваиваются наивысшим достигнутым значениям страновых индикаторов за период с 1980 г. по текущий момент. Так, в 2010 г. максимальная ожидаемая продолжительность жизни составляла 83 года, ожидаемая продолжительность обучения – 20,6 года, а максимальный годовой душевой доход – 108 тыс. долл. А в качестве минимальных берутся величины, представляющие собой так называемый «естественный ноль», соответствующий минимуму, необходимому обществу для выживания: 20 лет для ожидаемой продолжительности жизни, 0 лет для продолжительности обучения и 163 долл. для

ВВП на душу населения (наименьшее значение, достигнутое какой-либо страной по имеющимся историческим данным).

ИЧРП представляет собой среднее геометрическое всех трёх индексов в диапазоне от 0 до 1 и рассчитывается по специальной формуле. А далее на основе этого синтетического показателя страны ранжируются и подразделяются на три, иногда четыре группы: страны с низким уровнем ИЧРП (ниже 0,55), страны со средним уровнем ИЧРП (0,55–0,7) и страны с высоким и очень высоким уровнем ИЧРП (выше 0,8) [Доклад о развитии... 2010]. Ежегодные сводки публикуются в докладах ООН о развитии человека. Ниже приведены выборочные данные рейтинга стран по ИЧРП за 2013 г. (табл.4-2).

Список стран с очень высоким уровнем человеческого развития (выше 0,8) традиционно возглавляет Норвегия. Продолжительность жизни здесь одна из самых высоких в мире – 81,3 лет, а среднегодовой доход на душу населения – 65000 долл. В первую пятерку входят также Австралия, Швейцария, Нидерланды и США. В этой группе, за малым исключением, представлены почти все европейские государства, включая страны Балтии, а также наиболее продвинутые страны Азии и Латинской Америки (Япония, Израиль, Южная Корея, Аргентина, Чили и др.) и некоторые из государств-экспортеров нефти (Саудовская Аравия, Кувейт, Объединённые Арабские Эмираты) и т.д.

В группу с высоким ИЧРП, наряду с тремя странами из группы БРИКС – Россией, Бразилией и Китаем, входят также Белоруссия, Казахстан, Украина и три республики Закавказья. Но основная масса развивающихся стран Азии, Латинской Америки и отчасти Африки, в том числе крупнейшие из них – Индонезия, Египет, Филиппины, ЮАР, Индия и Бангладеш, характеризуется средним уровнем ИЧРП, причём понятие «средний» не должно вводить в заблуждение. Всё это по преимуществу бедные страны с душевым доходом не выше 12 500 долл./год, в то числе ЮАР – 12 500 долл., Индонезия – 9560 долл., Индия – 5400 долл., Бангладеш – 2950 долл. [The World Bank Group 2015].

А замыкают таблицу страны с низким ИЧРП, т.е. очень бедные. Почти все они расположены в Африке, к югу от Сахары, хотя есть две азиатские страны (Пакистан и Непал) и одна латиноамериканская (Гаити). Аутсайдеры этой группы – Центрально-Африканская Республика, Республика Конго и Нигер. Чтобы представить степень царящей здесь нищеты, достаточно сравнить любую из них стран с лидерами рейтинга. Здесь чрезвычайно низкая средняя продолжительность жизни – 45–50 лет, самый неблагоприятный социальный климат, низкая грамотность населения (читать и писать умеют не более 30% всех жителей), а ВВП на душу населения менее 1000 долл. в год. Кроме того, бедственное положение в беднейших африканских странах часто усугубляется разрушительными последствиями частых вооружённых конфликтов.

Таблица 4-2

Группы стран с различным уровнем ИРЧП		
Место	Страна	ИРЧП
Страны с очень высоким уровнем индекса человеческого развития		
1	Норвегия	0,944
2	Австралия	0,933
3	Швейцария	0,917
5	США	0,914
6	Германия	0,911
8	Канада	0,902
14	Великобритания	0,892
17	Япония	0,890
19	Израиль	0,888
20	Франция	0,884
49	Аргентина	0,808
Страны с высоким уровнем индекса человеческого развития		
53	Белоруссия	0,786
57	Россия	0,778
69	Турция	0,759
70	Казахстан	0,757
71	Мексика	0,756
75	Иран	0,749
79	Бразилия	0,744
80	Грузия	0,744
83	Украина	0,734
91	Китай	0,719
Страны со средним уровнем индекса человеческого развития		
103	Туркмения	0,698
108	Индонезия	0,684
110	Египет	0,682
116	Узбекистан	0,661
117	Филиппины	0,660
118	Южная Африка	0,658
135	Индия	0,586
142	Бангладеш	0,558
Страны с низким уровнем индекса человеческого развития		
146	Пакистан	0,537
152	Нигерия	0,504
156	Зимбабве	0,492
168	Гаити	0,471
169	Афганистан	0,468
173	Эфиопия	0,435
185	Центрально-Африканская Республика	0,341
186	Демократическая Республика Конго	0,338
187	Нигер	0,337

Источник: [Доклад о человеческом развитии, 2014].

Таким образом, усилия мирового сообщества по преодолению дистанции между богатством и нищетой, процветанием одних стран и безнадежной социальной отсталостью других на беднейшем африканском регионе практически не отразились. Этого нельзя, однако, сказать о развивающихся странах в целом. Так, например, среднемировой ИРЧП за период 1990–2010 гг. вырос с 0,57 до 0,68, т.е. разрыв по ИРЧП между развивающимися и развитыми странами за двадцатилетие

1990–2010 гг. сократился примерно на $\frac{1}{3}$, а если считать с 1970 г., то на четверть. Как сказано в связи с этим в Докладе о развитии человека за 2010 г., «в среднем жизнь в развивающейся стране сегодня в большей степени походит – по крайней мере, по базовым индикаторам здоровья и образования – на жизнь в развитой стране, чем это было 40 или даже 20 лет назад» [Доклад о развитии..., 2010].

Тем не менее, несмотря на эту положительную в целом динамику, в мире продолжается процесс поляризации богатства. Об этом свидетельствуют, например, следующие данные. Если в 1960 г. разрыв в доходах между 20% самого богатого и 20% беднейшего населения мира характеризовался пропорцией 30:1, то к 1995 г. это соотношение достигло 82:1 (табл. – рис. 4-4) При этом в Бразилии, например, в 1960 г. 10% её богатейшего населения получали 54% национального дохода, то в 1995 г. – уже 63% [Медоуз и др., 2007].

А вот не менее красноречивые данные, приводимые В.П. Максаковским. 360 частных лиц – мировых миллиардеров владели в 2008 г. состоянием, равным совокупному годовому доходу почти половины человечества. А 15 самых богатых из них располагали бóльшим имуществом, чем все африканские страны к югу от Сахары. Особенно интенсивно этот процесс имущественно-финансового расслоения происходит сейчас в республиках бывшего СССР. Так, если в 2001 г. в России было 8 миллиардеров, то к 2008 году их число достигло 101 [Максаковский, 2008, кн. I]. Вряд ли здесь требуются комментарии.

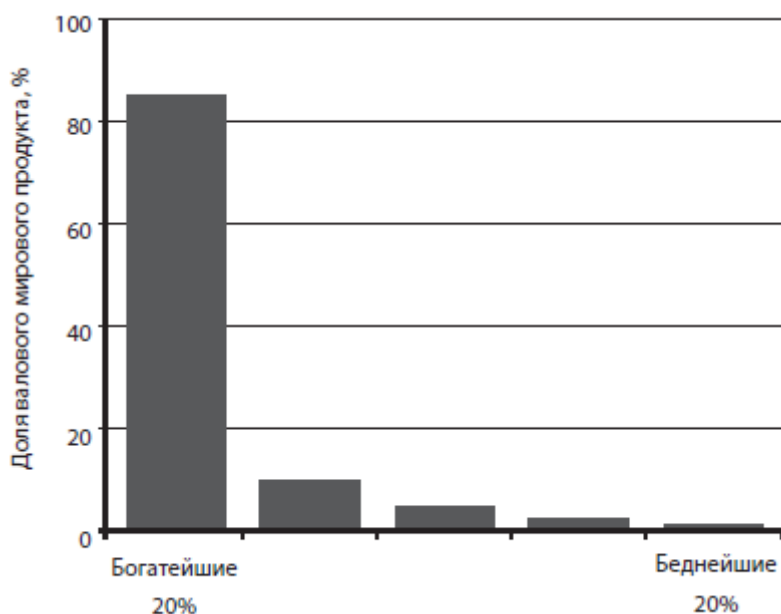


Рис. 4-4. Неравенство распределения доходов в мире. Богатейшие 20% мирового населения контролируют более 80% мирового валового продукта и потребляют почти 60% производимой в мире энергии. Источник: [Медоуз и др., 2007] // <http://coollib.net/b/213312/read#t66>

* * *

Но не следует думать, будто мировой социальный кризис обошёл стороной экономически успешные государства и что высокий уровень ВВП на душу населения – это своего рода гарантия от любых социальных проблем. И едва ли не первая среди них – постоянно тлеющая напряжённость в отношениях между коренными жителями этих стран и так называемым «новым пролетариатом» – мигрантами, наводнившими в послевоенные десятилетия многие европейские страны.

С одной стороны, население этих стран стремительно стареет, а потому они жизненно нуждаются в притоке рабочей силы. Однако этот же процесс является генератором социальной напряжённости, особенно во взаимоотношениях с мусульманской диаспорой. Во Франции это, прежде всего, выходцы из арабских стран Северной Африки, в Германии турки, в Великобритании пакистанцы.

Существуют разные подходы к встраиванию иммигрантов в общественные структуры принимающих стран. Во Франции это ассимиляционистская модель, в соответствии с которой человек, родившийся на территории страны, лояльный к её политическим институтам и разделяющий её культурные ценности, автоматически становится французским гражданином. Это так называемое «право почвы». По сути, это стремление европеизировать ислам, отводя ему сферу частной жизни и сводя на нет различия между коренными гражданами и иммигрантскими диаспорами в ущерб их религиозно-культурной идентичности.

В отличие от французской, немецкая модель строится не по гражданскому, а по этническому принципу, в её основу положено «право крови». Согласно этому принципу, недостаточно родиться на территории Германии, чтобы стать её полноправным гражданином. До недавнего времени при отсутствии немецких корней это было практически невозможно. И лишь в 1999 г. был принят закон, по которому лицо, рожденное на территории Германии, получало право на немецкое гражданство, если хотя бы один из его родителей прожил в стране не менее 8 лет. Такая политика сегрегации, упорное нежелание Германии признать себя иммигрантской страной привело к тому, что здесь сформировались иммигрантские общины, обособленные от коренного населения.

Наконец, английская плюралистическая модель исходит из мультикультурного уклада – признания государством многочисленных общин, имеющих право, в рамках общенационального сообщества, жить в своём собственном кругу, сохраняя культуру и обычаи, вывезенные со своей бывшей родины (принятый в 1948 г. Акт о едином гражданстве жителей метрополии и её колоний с правом переселения и работы в Великобритании). Благодаря такому положению общины в Великобритании пользуются широкими правами, однако это приводит к закреплению лиц с иммигрантскими корнями за определёнными этническими группами, с которыми потомки иммигрантов могут иметь уже мало общего. Коренными же англичанами они воспринимаются не как индивиды, имеющие одинаковое с ними подданство, а как члены тех или иных национальных общин [Сапего, 2006].

Забегая вперед, скажем, что при всём различии этих трёх государственных стратегий результат оказался примерно одинаков. И там, где стремились уравнивать в правах иммигрантов, и там, где к этому вовсе не стремились, образовались параллельные иммигрантские общества на национально-общинной основе со всеми вытекающими отсюда последствиями, включая исламский радикализм, словно «цветы зла», выросший на, казалось бы, совершенно чуждой ему почве.

Известно, что братья Куаши, участники потрясшей весь мир террористической атаки 7 января 2015 г. в Париже, были алжирскими иммигрантами во втором поколении, т.е. родились и выросли во Франции, ходили во французскую школу, по-французски говорили без акцента и пользовались всеми базовыми благами европейской цивилизации, однако к этой цивилизации так и не приобщились. Были ли на то какие-либо объективные, а не только личностные причины?

Начнём с того, что любое общество, каким бы процветающим оно ни было, подвержено социальному расслоению. Кто-то в силу семейного происхождения,

способностей или связей добивается преуспевания, кто-то обречён занимать место на нижних ступенях социальной лестницы. В своё время, попадая в Западную Европу и не имея соответствующего образования и квалификации, иммигранты первого поколения охотно брались за малопрестижную и низкооплачиваемую работу, поскольку даже такие условия воспринимались ими по контрасту как огромное благо цивилизации. Однако поколение их детей, привыкших считать страну, принявшую когда-то их матерей и отцов, своей родиной, а себя – её полноценными гражданами, оказалось психологически ещё не готовым к повторению их судьбы. Но не так-то просто бывает вырваться из этого замкнутого круга. Низкий социальный статус, небольшой доход, проживание в одном из беднейших кварталов, где обычно живут мигранты, – всё это суживает возможности получения хорошей работы и качественного образования и резко уменьшает шансы для подъёма по социальной лестнице.

И вот тут вступает в игру исламский фактор, радикальные приверженцы которого найдутся в любой общине. Используя протестные настроения в среде мусульманской молодежи, чувствующей себя людьми второго сорта, исламисты переводят социальный по своей природе конфликт в культурную плоскость. Воздействуя на умеренных, склонных к компромиссу иммигрантов-мусульман второго и третьего поколения, зачастую являющихся верующими лишь постольку-поскольку, они убеждают их отгородиться от коренного населения и вести строго регламентированный образ жизни в пределах замкнутой общины. В результате социальная сегрегация, дискриминация и высокая безработица среди французской молодежи североафриканского происхождения, молодых турок в Германии или пакистанцев в Британии приводят к возникновению в их среде новой исламской идентичности. «Ислам, – как писала «Независимая газета», – начинает доминировать в их сознании, готовом воспринимать любые идеи и концепции в исламском облики, в том числе и самые радикальные» [Сюкияйнен, 2005].

А дальше бывает достаточно только искры. Так, например, беспорядки в пригородах Парижа в октябре-ноябре 2005 г., распространившиеся на Лион, Страсбург и Тулузу, были вызваны случайной смертью двух подростков тунисского и мавританского происхождения в трансформаторной будке, где они прятались от полиции. Тогда были сожжены тысячи автомобилей, разгромлены магазины, подожжена католическая церковь и пострадали сотни полицейских, так что правительство было вынуждено ввести чрезвычайное положение. И это лишь один из серии аналогичных эпизодов, сотрясающих время от времени французское общество.

Другим поводом для массовых волнений в сентябре того же года послужили карикатуры на пророка Мухаммеда в датской газете «Jyllands-Posten» (и это за 10 лет до нападения на редакцию журнала «Charlie Hebdo»). Начавшись в Дании, протестные выступления перекинулись тогда и на соседние страны. Однако западные европейцы, похоже, не извлекли из этого надлежащий урок, и, как было признано на 2-м Стокгольмском семинаре по режимам глобальной мобильности населения, «большинство стран – членов ЕС не выработали систематизированного отношения к этим аспектам международной миграции» [Холзманн, Мюнз, 2004].

Но выстраивание отношений с мусульманской диаспорой – это процесс с двусторонним движением, от которого, при стратегически выверенном к нему подходе, могли бы оказаться в выигрыше и та и другая стороны. Ведь некоторые отрасли европейской экономики – здравоохранение, сельское хозяйство, строительная индустрия и т.д. – уже находятся в существенной зависимости от иностранной рабочей силы. С другой стороны, доля некоренного и, в том числе, мусульманского населения Европы, уже достигшая в 2013 г. почти

десятипроцентной отметки, по всем прогнозам будет расти – и за счёт собственной высокой рождаемости, и вследствие дальнейшего притока мигрантов из афро-азиатских стран. Появился даже термин – «иммиграционная оккупация». Но чтобы мусульманская диаспора органично вписывалась в европейское общество, оно должно повернуться к ней лицом, как это наблюдается в странах традиционной иммиграции – США, Канаде, Австралии и Новой Зеландии. Так, в Австралии, например, за рубежом родился каждый четвёртый её житель, а США принимают в год в среднем около одного миллиона мигрантов [Демоскоп, 2013; РБК. Рейтинг, 2015]. И это не является источником каких-либо внутренних осложнений, потому что на иммиграцию здесь смотрят как на непрерывный процесс, который может и должен быть введён в нужное русло. Речь идёт об активной миграционной политике, основанной на соблюдении как экономических интересов, так и определённых базовых принципов – таких, как воссоединение семей, выполнение гуманитарных обязательств по отношению к политическим беженцам и т.д.

Но, так или иначе, этот набирающий обороты процесс мировой миграции – одно из важных слагаемых глобализации, и его следует принимать как данность. Обратного хода у него уже нет, что вовсе не означает, что миграционными потоками нельзя управлять. Как правило, они направляются из регионов, находящихся на той или иной ступени демографического взрыва, в страны, переживающие демографический кризис и депопуляцию, т.е. из экономически отсталых стран, страдающих от переизбытка ртов и рабочей силы, туда, где в ней нуждаются. Тем самым миграция способствует облегчению ситуации в странах-донорах и устранению экономического, демографического и политического разрыва между различными регионами мира. Так что при всех своих издержках это людское «кровообращение» служит, в конечном счёте, укреплению всеобщей стабильности и выравниванию исторически сложившихся перекосов мирового развития.

Общеизвестно, что «камикадзе номер один» Мохаммед Атта восемь последних и в каком-то смысле решающих лет своей жизни провёл в Гамбурге, втором по величине городе Германии. Эту деталь едва ли можно считать случайной, потому что современные мегаполисы, эти локомотивы научно-технического прогресса, не только несут своим обитателям все преимущества благоустроенной цивилизованной жизни, но и соответствующим образом формируют, а порой и деформируют психику проживающих в них людей.

Но если несколько десятилетий назад мегаполисы, как и городские агломерации густонаселённых промышленных районов – Рур, Донбасс, Подмосковье, были исключительной принадлежностью экономически продвинутых стран, то теперь их стремительно догоняют и перегоняют развивающиеся государства (увы, в основном по числу городских жителей, но не по уровню благоустройства и комфортности жизни). Так, в ряде стран Ближнего Востока (Кувейт, Катар, Ливан) или Южной Америки (Венесуэла, Уругвай, Аргентина, Чили) процент городского населения уже превысил 90%-ную отметку или вплотную к ней приблизился [World Urbanization Prospects, 2014], что ещё недавно было характерно лишь для наиболее урбанизированных государств Европы, США или Японии. Однако, способствуя прогрессу этих стран и приобщению миллионов людей к информационным и культурным ресурсам современного мира, урбанизация обостряет до крайности и без того серьёзные социальные проблемы, порожденные феноменом так называемой догоняющей модернизации. Так что не будет преувеличением сказать, что наша планета за какие-нибудь 30-40 лет превратилась из «большой деревни» в своего рода «большой город», а проблема урбанизации выдвинулась на одно из первых мест в плане переживаемого глобального кризиса.

Существуют разные взгляды на роль многомиллионных городов в жизни современного человека. Одни видят в них прежде всего достоинства, поскольку высокая концентрация населения и развитая инфраструктура резко удешевляют производство, повышают интенсивность информационных потоков и способствуют ускорению инновационных процессов. Другие, не отрицая негативных сторон и издержек урбанизации, рассматривают её как закономерный этап общечеловеческого развития. А потому «надо принять эту реальность и научиться строить мегаполисы так, чтобы в них можно было жить без перекосов. И самое главное – научиться жить в этих монстрах» [Моисеев, 1998].

Однако «учёба» эта даётся пока нелегко, и при всех искусах бытового комфорта, развитой системы здравоохранения и индустрии развлечений жизнь в мегаполисах нередко испытывает человека на излом – как в физическом, так и в психологическом отношении.

Неблагоприятна для человеческого здоровья уже сама окружающая среда больших городов с её высоким уровнем промышленных и транспортных загрязнений и почти нулевой способностью к самоочищению. А если учесть, что территория большинства развитых стран приходится на так называемые центры дестабилизации окружающей среды и что в них создаётся $\frac{2}{3}$ мирового объёма отходов и потребляется большая часть добываемого сырья, то нетрудно представить и роль мегаполисов как эпицентров мощного возмущения окружающей среды, нейтрализовать которое не под силу даже самым совершенным природоохранным технологиям.

Здесь в 5–15 раз по сравнению с прилегающими территориями повышена концентрация пылевых частиц, а поток солнечного излучения уменьшился за последнее столетие на 10–30 %. Здесь чаще возникают туманы и печально известный смог, а облачных дней в городской черте на 10% больше, чем за её пределами [Europe's environment..., 1995; Максаковский, 2008, кн. I]. Но главное – высокий уровень загрязнения городской среды придаёт ей ряд опасных для человеческого организма свойств, которые можно обозначить как её агрессивность.

В первую очередь речь идёт, конечно, о химических загрязнениях, которыми в промышленных центрах обуславливается от 25 до 50% общей заболеваемости. Ведь в атмосферных выбросах, стоках и твёрдых отходах промышленных городов содержатся тысячи тонн свинца, цинка, меди, хрома и других металлов. Скапливаясь в почве и просачиваясь в подземные воды, они формируют здесь своеобразные «геохимические провинции». Особую опасность среди тяжёлых металлов представляет свинец. Помимо влияния на эндокринную систему и иммунный статус, он вызывает также задержку физического и умственного развития у детей. Канцерогенными и мутагенными свойствами обладает целый ряд ароматических углеводородов, а кислотообразующие соединения азота и серы служат причиной респираторных и бронхолёгочных заболеваний, в том числе бронхиальной астмы [Красилов, 1992]. В целом аллергическими, сердечнососудистыми, лёгочными и онкологическими заболеваниями жители больших городов страдают в 1,5–2 раза чаще, чем обитатели сельской местности.

К сожалению, агрессивность городской среды далеко не исчерпывается одними химическими агентами, хотя о загрязнениях физического характера говорят гораздо реже, да и влияние их на организм человека зачастую ещё слабо изучено. Это, например, транспортные шумы, ущерб от которых только в городах США оценивается в 9 млрд долларов в год, и вибрация, вызываемая рельсовым транспортом, строительной техникой, а подчас и промышленными предприятиями. Это всякого рода электромагнитные поля (так называемый

«электросмог»), а также ионизирующее излучение и ряд других небезразличных для здоровья физических факторов, в окружении которых, словно на испытательном полигоне, проходит жизнь современного горожанина.

Коварство проблемы состоит ещё и в том, что электромагнитное излучение, как и радиация, неощутимо для людей, а его негативное воздействие на организм сказывается лишь с течением времени. Так, лишь сравнительно недавно была обнаружена связь между энергетическими аномалиями в районе высоковольтных линий электропередач и онкологической заболеваемостью у детей. Как установили американские медики при обследовании домов детей, умерших от лейкемии, вероятность подобных заболеваний при проживании в непосредственной близости от ЛЭП возрастает в два-три раза [Гун, 2003].

Много тысяч лет назад наш далёкий предок впервые поднял глаза к звёздам и был заворожён открывшимся ему величием мироздания. С тех пор звёздное небо никогда уже не выпускало его из своего холодного и молчаливого плена. «Две вещи на свете – писал И. Кант, – наполняют мою душу священным трепетом – звёздное небо над головой и нравственный закон внутри нас». Но вот уже целый век жители больших городов практически не видят ни Млечного Пути, ни настоящего ночного неба.

Но это эстетическая сторона вопроса. Искусственное световое загрязнение наносит удар и по здоровью человека, сбивая биологические ритмы сна и бодрствования и негативно отражаясь на психике. Ночные рабочие смены, сияние реклам и витрин, поздние дискотеки и концертные залы – все это теснит ночь и вступает в конфликт с человеческим естеством, оборачиваясь массовой бессонницей или дневной сонливостью, а также такими «модными» сегодня недугами, как депрессия, синдром привычной усталости и т.п.

В связи с этим нельзя не упомянуть о загрязнении, не связанном ни с химическими, ни с физическими агентами, но приобретшем за последние десятилетия поистине угрожающий характер. Это – информационное загрязнение. Современные средства телекоммуникаций, начиная с индивидуальных плееров и мобильных телефонов и кончая телевидением, не только создают повышенный звуковой, визуальный и электромагнитный фон, но и являются источником гиперинформации, поток которой на 6 порядков превышает физиологические возможности её усвоения человеком [Арский и др., 1997]. Лев Толстой, говоривший когда-то, что в доме, где держат певчих птиц, нет условий для литературного творчества, не смог бы написать в наши дни «Войну и мир». Но ещё хуже то, что, попадая в руки своекорыстных дельцов, вся эта информационная и, особенно, развлекательная, индустрия губительно деформирует детские умы и сердца, а порой и сознание многих взрослых. В последнее время у медиков появился даже особый термин – компьютерная зависимость. Пройдя через множество «компьютерных битв», которыми изобилуют видеоигры, такие дети и взрослые начинают чувствовать себя суперменами, у них искажается представление о реальном и экранном пространстве, меняются поведение и психика [Гун, 2003].

Что же касается навязшей в зубах телевизионной рекламы, то, по мнению некоторых психологов и психиатров, она вносит едва ли не пятидесятипроцентную лепту в рост наркомании и преступности. «Реклама занимается психологическим бандитизмом, – пишет В.Л. Леви, – настраивает подсознание на наркотический лад: внушает, внедряет, вдальблывает культ всепохотливости, идеологию кайфа-во-что-бы-то-ни-стало» [Леви, 2002, с. 375]. А вот как описывает Владимир Набоков в своей «Лолите» обволакивающее и гипнотизирующее воздействие рекламы на

юное существо: «Если вывеска придорожной лавки гласила: «Купите у нас подарки!» – мы просто должны были там побывать, должны были там закупить всяких дурацких индейских изделий, кукол, медных безделушек, кактусовых леденцов. Фраза “Сувениры и Новинки” прямо околдовывала её своим хореическим ритмом. Если какой-нибудь кафетерий объявлял “Ледяные Напитки”, она механически реагировала на приглашение, даром, что все напитки везде были ледяные. Это к ней обращались рекламы, это она была идеальным потребителем, субъектом и объектом каждого подлого плаката» [Набоков, 1999, с. 428].

А в итоге этот вскормленный масскультурой и психологически зависимый от невидимых для него «поводырей» человек превращается в идеальный материал, как бы специально подготовленный для обработки разного рода социальными и политическими технологиями и так называемого зомбирования. Но всё это, однако, лишь фон, лишь подмостки, на которых развёртывается «человеческая комедия» обитателей большого города. Действие на этой сцене, как правило, до предела спрессовано и уплотнено, а издерганные и почти не принадлежащие себе актёры теснятся здесь так, что едва не наступают друг другу на ноги. Как полагают некоторые авторы, информация об оптимальной плотности популяции хранится у нас в геноме, и эта запись, по всей вероятности, ещё не стерлась [Северцов, 1992]. Поэтому постоянный, хотя порою и неосознаваемый дискомфорт от пребывания в плотном окружении себе подобных, сопутствующий нам с дошкольных учреждений до кладбища (а зачастую и на самом кладбище, про которое сказано у А.Т. Твардовского: «Досталось прописаться в тесноте на вечную квартиру коммунальную»), не может проходить бесследно для человеческой психики, несмотря на всю её необычайную пластичность.

Психологи называют это эффектом плотности, эффектом группы – когда высокая скученность проживания сама по себе становится причиной хронического стресса и связанных с ним психических срывов. Так что бытовая агрессия, преступность и наркомания – эти «родовые» приметы миллионного города – могут иметь также и биосоциальное происхождение.

И, наконец, высокая концентрация технологических объектов и транспортных средств, помноженная на чрезвычайную плотность населения, делает городских жителей особенно уязвимыми во время эпидемий, аварий и стихийных бедствий. Так, в 1952 г. в Лондоне вследствие сильного смога погибло одновременно около 4 тыс. человек и 20 тыс. получили отравления (самая крупная экологическая катастрофа, связанная со смогом) [The World Environment..., 1992]. А некоторые землетрясения, случается, уносят в городах и десятки тысяч жизней.

Особый аспект урбанизации – это отрыв человека от его природных, национальных корней и испытываемое им чувство потерянности перед чуждой ему силой государственно-бюрократического аппарата, постепенно, в силу неизбежного усложнения управленческих инфраструктур, дистанцирующегося от остальной массы граждан.

В результате все более типичными становятся закулисные приёмы управления и манипуляции общественным сознанием, реализуемые с помощью разного рода имиджмейкеров и политтехнологов, и растущая неподконтрольность спецслужб обществу, а также законодательной и судебной власти. «Выборной “республике депутатов”» начинает противопоставляться тайная власть экспертов, дилетантизму публичных политиков – эзотерическое знание прячущихся за кулисами профессионалов, касающееся тайных пружин и теневых сторон политики, в принципе не подлежащих разглашению» [Панарин, 2000].

В этих условиях тот, кого принято называть «маленьким человеком», невольно начинает искать укрытия и защиты под крышей разного рода религиозных сект и других противостоящих обществу полулегальных объединений, где он пытается обрести так недостающий ему психологический комфорт. Однако со временем подобные группы нередко выстраиваются в авторитарные иерархические структуры, причём – в зависимости от идеологии и амбиций своих лидеров – зачастую криминального или экстремистского толка.

Таким образом, подводя некоторые итоги, можно сказать, что хотя развитым странам и удалось решить ряд извечных социальных проблем, связанных с голодом, неурожаями, эпидемиями и нищетой, тысячелетиями терзавшими человечество, но это было достигнуто на путях создания для большинства населения весьма энергоёмкой полуискусственной среды обитания. Правда, среда эта дарит человеку относительно защищённую и комфортную жизнь, но назвать её полнокровной решится разве только закоренелый урбанист. На эту её относительную ущербность и неполноту не раз указывали многие известные психологи, в том числе и знаменитый «отец» психоанализа Зигмунд Фрейд. И не будет, пожалуй, преувеличением сказать, что почти вся психологическая проза XX века от Ф. Кафки до Дж. Сэлинджера и от Ю.Трифопова до Л.Петрушевской в известном смысле может служить художественной иллюстрацией к этому тезису.

Но главное, пожалуй, в другом. Главное, что поддержание такого рода полуискусственных условий существования требует от развитых стран постоянного наращивания энергопотребления, а значит, и растущего давления на окружающую среду (без чего не обходится ни один киловатт-час произведённой энергии). И даже предмет неизменной гордости развитого мира – высокая продолжительность жизни свидетельствует не столько о цветущем здоровье нации, сколько о дополнительных мегаваттах электроэнергии и о триллионных вложениях в фармацевтическую и медицинскую промышленность. Ведь за фасадом этого внешнего благополучия изошрённые хирургические и эндоскопические методики, сложнейшая электронно-диагностическая аппаратура, горы психотропных и сердечнососудистых средств, гормонов и антибиотиков, без которых, как наркоман без героина, уже не может на протяжении своей «продолгованной» жизни обходиться сегодняшний европеец, японец или американец. А, следовательно, такое благополучие и здоровье, помимо всего прочего, имеет свою экологическую цену. И это также надо иметь в виду, говоря об успехах современной цивилизации.

Глава 5 «ВКЛАД» ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ ЭКОНОМИКИ И РЫНКА

Централизованная экономика: уход в небытие – Экологические счета социализма – Рынок: оборотная сторона медали – Гиперпотребление, «лёгкие» деньги и экономический кризис – Конкуренция в природе и в социуме – Природный капитал как ограничитель роста – «Перепроизводство цивилизации»: кризисы внутренние и кризис внешний. – Прецеденты государственного регулирования рынка – Общепланетарный орган стабилизации окружающей среды, ответственный перед биосферой

За весь период развития цивилизации человечество испытало фактически лишь две экономические системы – рыночную и централизованную. И хотя первая в различных своих модификациях имеет за плечами не одно тысячелетие, тогда как полномасштабный эксперимент со второй был осуществлен только в XX веке (отдельные её элементы использовались и в древности), но в плане разрушения окружающей среды обе они дали один и тот же плачевный результат в виде глобального экологического кризиса.

Казалось бы, сосредоточив в своих руках рычаги управления всем национальным богатством и жёстко регламентируя параметры социально-экономического развития, централизованная система могла обеспечить все условия для рационального землепользования и сохранения окружающей природной среды, но этого, увы, не случилось. Исповедуя все ту же идеологию безудержного экономического роста, советские руководители поставили своей целью в самые короткие сроки догнать передовые страны на пути индустриализации и урбанизации ценой безжалостного истощения собственных природных ресурсов и пренебрежения элементарными нуждами и потребностями человека. При этом, как вскоре выяснилось, новая система в негативных своих проявлениях не слишком отличалась от рыночной, представляя собой её ухудшенный, так сказать – «диссидентский» по отношению к капитализму вариант. Потому что, в отличие от стран парламентской демократии, тоталитарное социалистическое государство получило возможность, не считаясь с местными, региональными интересами, вершить свои грандиозные планы по воле центра и без оглядки на общественное мнение. А отсутствие гласности и свободы слова позволяло скрывать истинную цену, которую приходилось платить за «стройки века» и планы «преобразования природы», и преувеличивать реальные их результаты.

Так, строительство в 1930-х гг. первых ГЭС верхневолжского энергокаскада с одновременным созданием Ивановского и Рыбинского водохранилищ привело к частичному или полному затоплению нескольких городов, множества храмов, монастырей и бывших дворянских усадеб. Под воду ушло 700 сёл и деревень с богатейшими пастбищами и пойменными лугами. А всего из мест затопления было переселено 150 тыс. человек, причём 294 из них, как выяснилось, погибли, отказавшись покинуть родные могилы [Ерохин, 2003]. И всё это втайне от граждан «самого демократического в мире государства», чья демократия, по словам В.И. Ленина, была «в тысячу, в миллион раз демократичней самой демократичной буржуазной демократии».

Точно так же долгое время оставался неизвестным факт двух ядерных взрывов на трассе переброски стока северных рек европейской части России в бассейн Волги. Причём взрывы эти были произведены заранее, не дожидаясь утверждения представленного проекта и в полной уверенности, что он обязательно будет утвержден [Лосев и др., 1993].

С другой стороны, экстенсивный характер централизованной экономики и низкая её эффективность способствовали широкомасштабному разбазариванию

земельных и природных ресурсов – формально государственных, а по сути как бы ничьих – в групповых и ведомственных интересах. Аральская экологическая катастрофа и уничтожение хрупкой северной природы в ходе геологической разведки и газо- и нефтедобычи в районах Западной Сибири – убедительное тому подтверждение.

Таким образом, в действиях централизованной экономической системы нельзя не усмотреть исторических параллелей с рыночной. Сначала, в интересах так называемого первоначального накопления капитала, та и другая безжалостно эксплуатировали и грабили как своих собственных граждан, так и другие народы (ограбление заморских колоний, экспроприация крестьянских и конфискация монастырских земель в Англии XVIII веке, эксплуатация негров-рабов в США в XVIII–XIX веках, и – коллективизация, ГУЛАГ с его дармовой рабочей силой, оплата труда на уровне прожиточного минимума в СССР в XX веке), а затем – и природу. Только в случае с советской экономикой – с ещё большей интенсивностью и размахом и, по причине отсутствия рыночной конкуренции и подавления всех ростков гражданского общества, при полной безответственности лиц, принимающих решения. А сосредоточенные в руках государства денежные потоки могли направляться по усмотрению партийной верхушки на любые грандиозные проекты, что позволяло добиваться на отдельных участках невиданно высоких темпов промышленного развития. И все эти возведённые ударными темпами моногорода, высотные плотины и гигантские атомные ледоколы являлись предметом неизменной гордости советских руководителей.

Канала только не хватало,
Чтоб с Марса был бы виден он, –
как едко заметил в своё время Александр Твардовский.

Но если прогрессу советской оборонной промышленности или созданию ядерного щита, так или иначе, способствовала жёсткая конкурентная борьба сначала с Германией, а затем и с США, то в других хозяйственных отраслях подобного стимула не было, и темпы инноваций падали здесь год от года. Собственно, сведя на нет пространство для личной инициативы и конкуренции товаропроизводителей, социалистическая система, сама того не ведая, подписала себе приговор. И его исполнение стало лишь делом времени.

Это время пришло в эпоху горбачевской перестройки. В наследство своему народу советская империя оставила долги, едва ли не первым среди которых, по крайней мере, в долгосрочном плане, стал экологический.

На территориях многих советских республик экосистемы оказались деформированными почти полностью. Нынешние Украина, Белоруссия, Молдавия, прибалтийские государства и отчасти республики Закавказья входят теперь в число стран с почти полностью отсутствующими или незначительно сохранившимися ненарушенными природными территориями. Резко сократилась площадь таких резерватов в Таджикистане, Киргизии, Туркмении. Что же касается Казахстана и Узбекистана, то здесь до сих пор пожинают плоды Аральской экологической катастрофы, в той или иной мере затронувшей почти всю Центральную Азию и глубоко нарушившей природный баланс этого региона. А полная ликвидация её последствий, если таковая вообще достижима, потребует огромных затрат и растянется не на одно поколение.

Несколько больше повезло в этом плане РСФСР, что объяснимо: централизованно управляемая система особенно интенсивно модернизировала окраины своей империи, а на «метрополию» – к её счастью! – соответствующих средств зачастую не хватало. К тому же суровые условия российского Севера

требовали слишком больших капитальных затрат даже на очаговое освоение его территории. Однако и в России экосистемы оказались нарушены на 35% территории (из них на 15% разрушены почти полностью), что по размерам больше половины Европы. А ведь на этих 35% проживает подавляющая часть населения страны [Лосев, 2001].

Есть разные взгляды на причины крушения централизованной экономики. Одни связывают крах «реального социализма» с общим кризисом цивилизации, в условиях которого рыночная система оказалась более гибкой, а, следовательно, и более живучей [Бланко, 1995]. Другие полагают, что социалистическую систему истощила гонка вооружений, в жертву которой было принесено гораздо больше сил и средств, чем у её западных конкурентов, и это, безусловно, справедливо. Ведь более низкие оборонные расходы в западных странах связаны с массовым использованием в гражданском секторе технологий, первоначально появившихся в ВПК, и эта массовость обуславливает быстрое снижение себестоимости продукции двойного назначения.

В СССР такое было невозможно. И потому, что на развитие гражданского сектора здесь просто не хватало ресурсов, и по причине предельно высоких вложений в ВПК, не оставлявших свободы для экономического манёвра, и из-за невероятной жёсткости режима секретности, для которого всякая передача технологий из оборонного сектора в гражданский – табу. А в результате почти всё добытое колоссальными усилиями советских людей – энергия, руда, металл, хлопок – расходовалось прежде всего на оборонку. Средства же на продукцию гражданского назначения выделялись по так называемому «остаточному принципу». Поэтому создание оборонной продукции требовало, в расчёте на «физическую» единицу, более высоких ресурсных затрат, чем у развитых рыночных конкурентов. Но чем больше средств вкладывалось в ВПК, тем меньше их оставалось для нужд гражданского сектора и тем выше становились удельные затраты в военно-промышленном комплексе. А это, в свою очередь, требовало дальнейшего увеличения вложений и т.д. – словом, типичный для социалистической экономики губительный контур с положительной обратной связью.

Наконец, по мнению третьих, причиной краха централизованной системы явился духовный кризис советского общества, уставшего от погони за коммунистическими миражами. И действительно, советская власть весьма ревниво относилась к идеологеме построения коммунизма, а путь к достижению провозглашённой цели видела в решении трёх фундаментальных задач: создании новой системы общественно-экономических отношений, построении материально-технической базы коммунизма и формировании психологии так называемого «строителя коммунизма» – человека будущего.

Первая из них формально была решена ещё в 1936 г., когда вытеснение рынка из экономики стало фактом, а в принятой тогда же «сталинской» конституции были закреплены такие права советских людей, как право на бесплатное образование, здравоохранение и т.д., чего не было на тот момент в конституциях буржуазных стран. Однако эти новые общественно-экономические отношения так и не привели, в конечном счёте, к решению второй из поставленных задач, серьёзные сомнения в реализуемости которой возникли в начале 1960-х гг., когда впервые после окончания Второй мировой войны власти были вынуждены гласно повысить цены на продовольствие. С тех пор число энтузиастов, верящих в перспективу «коммунистического завтра», быстро пошло на спад, а тщетные потуги пропаганды выдавать желаемое за действительное вели к противоположному результату. Люди просто перестали ей верить, хотя и отдавали должное успехам в области

образования, организации науки, некоторых аспектов культурной политики. Между тем прогрессирующая социальная апатия, невозможность для творческих натур реализовать себя в условиях тоталитарного общества способствовали его постепенной деградации, усугубляемой настроениями цинизма, безверия, двойной морали, росту алкоголизма. И к началу 1980-х гг. стало окончательно ясно, что задача перековки и психологической трансформации советского человека потерпела крах.

Конечно, как и любое другое историческое событие подобного масштаба, развал СССР невозможно объяснить какой-либо одной причиной. Скорее всего, их был целый комплекс, включая и те, что пока ещё ждут своего исследователя. Но, как бы то ни было, конец XX века ознаменовался глобальным поражением централизованно управляемой экономики, и весь мир с изумлением следил, как, словно карточный домик, рушится эта величайшая сверхдержава, а вслед за ней, по эффекту домино, вовлекаются в тот же процесс и её восточно-европейские сателлиты.

Да, в том более чем семидесятилетнем споре рыночная система одержала самую, пожалуй, убедительную свою победу, оказавшись и гибче, и гуманнее, а в конечном счёте, и жизнеспособнее своего антипода. Так что на сегодня, если не считать Северную Корею, политические, научные, культурные и бизнес-элиты большинства стран (за редкими, может быть, исключениями) сходятся во мнении, что в активе у человечества осталась единственная и безальтернативная экономическая система – рыночная, которой и суждено принять на себя весь груз проблем, порождённых экологическим вызовом. Только вот по плечу ли ей эта труднейшая миссия?

* * *

Общепризнанно, что рынок слеп по отношению к задачам долгосрочного стратегического характера. Его настоящая стихия – краткосрочное, в лучшем случае среднесрочное реагирование на сигналы текущего или предвидимого в недалёком будущем спроса на изменение тенденции в прибыли, валютных курсов, котировок ценных бумаг и т.п. При этом показатели рыночного успеха зачастую не отражают реальных изменений качества жизни – здоровья людей, уровня их безопасности, состояния окружающей среды, и в результате, как в царстве кривых зеркал, создают искажённое о них представление.

Так, разработанная полвека назад в рамках ООН система национальных счетов, а ещё раньше – методология расчёта валового внутреннего продукта (ВВП), фиксируют увеличение объёма измеряемой экономической деятельности и в случае загрязнения окружающей среды, и при истощении ресурсов, и даже в результате аварий. В самом деле, расходы на медицинскую помощь жертве автомобильной катастрофы или её похороны, получение родственниками страховки, покупка новой автомашины – все это факторы измеряемой экономической активности в сфере услуг, которая, как ни парадоксально, даёт приращение ВВП. И наоборот, вскармливание ребенка грудью не способствует росту ВВП, тогда как его питание детскими смесями из бутылочки вносит определённый вклад в оживление экономики. А скажем, операция аортокоронарного шунтирования – это и вовсе золотой дождь, проливающийся в кассы медицинских и страховых компаний.

Чтобы как-то преодолеть это очевидное противоречие, главный экономист природоохранного департамента Всемирного банка Герман Дейли (Herman Daly) и Джон Кобб мл. (J. Cobb, Jr.) предложили, наряду с ВВП, ввести в обращение индикатор устойчивого экономического благосостояния (Index Sustainable Economic Welfare – ISEW). Измеряемый в тех же денежных единицах, что и ВВП, этот

индикатор позволяет учитывать обычно не принимаемые во внимание экологические и социальные издержки – домашний труд, обесценение природного капитала и т.п., т.е. отражает иной социально-экономический срез, включающий показатели «качества жизни» [Вайцеккер и др., 2000]. Соответственно, по-иному видится в этом «зеркале» и жизнь социума. Так, например, с конца 1960-х гг., на фоне значительного роста ВВП, индекс устойчивого экономического благосостояния в ряде стран обнаруживает чёткую тенденцию к понижению (рис. 5-1). И эта дивергенция лишней раз подтверждает факт расхождения между интересами бизнеса и интересами основной массы населения.

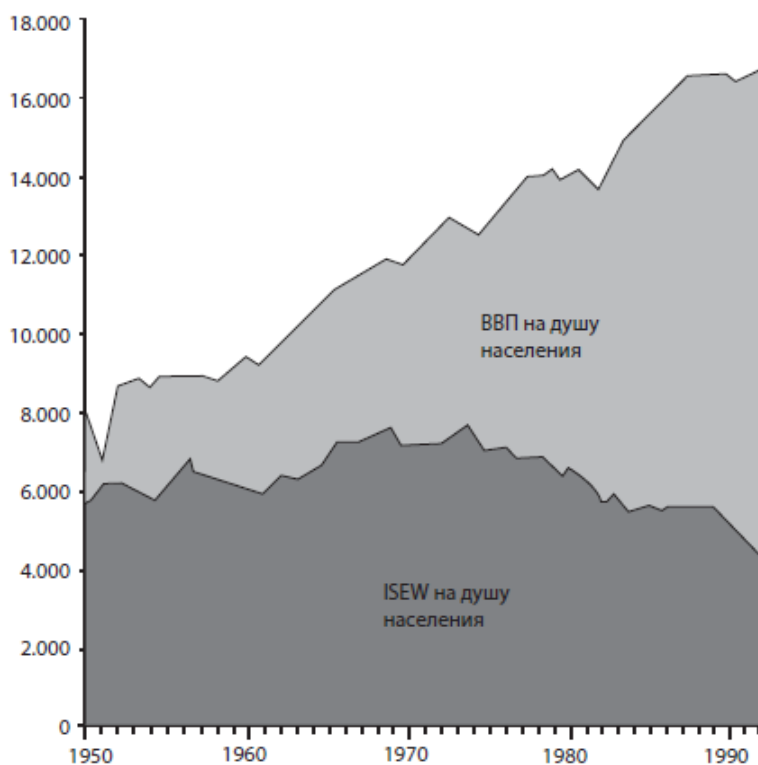


Рис. 5-1. Относительная динамика ВВП – сверху – и индекса устойчивого экономического благосостояния (ISEW) – внизу – на душу населения в США с 1950 по 1990 г. По вертикали – триллионы долларов США в соответствии со шкалой цен 1982 г. Источник: <http://www.tronland.net/cryptron/crypt-e.htm>

В общественном сознании сложился стереотип рыночного общества как воплощения демократии и свободы. А, между тем, даже в самых продвинутых демократических государствах фирмы и корпорации функционируют, как правило, по жёсткой авторитарной схеме. Их персонал не выбирает руководство и не участвует в принятии жизненно важных стратегических решений. Как заметил А.С. Панарин, «монополия частной собственности и невмешательство социальных инстанций, внешних (вне предприятия) и внутренних (на самом предприятии), считается гарантией экономически рационального поведения, ориентированного на максимально возможную прибыль» [Панарин, 2000]. В качестве средства смягчения этой авторитарной схемы часто указывают на систему партисипативного управления, практикуемую рядом крупных компаний в США, ЕС, Японии [Синк, 1989]. Эта система предполагает вовлечение персонала в обсуждение стоящих перед компанией проблем, возможностей и способов их решений. Однако на деле партисипативное управление оказывается для топ-менеджмента способом полнее использовать потенциал персонала компании, не передавая ему никаких дополнительных полномочий и не принимая никаких обязательств следовать его рекомендациям.

Получается - и разрешить это противоречие Запад так и не сумел, - что в течение рабочего дня человек трудится в авторитарной системе, и лишь выходя за ворота предприятия, оказывается в демократическом обществе. Однако и за пределами предприятия знаменитая свобода выбора, которой гордятся развитые страны, оказывается зачастую навязанной потребителю теми же самыми корпорациями. Рынок превращается в механизм, создающий и формирующий спрос, включая и то, что выходит за рамки разумных человеческих потребностей.

Рыночные продукты, пишет по этому поводу Герберт Маркузе, – средства массовых коммуникаций, предметы домашнего обихода, пища и одежда, неисчерпаемый набор развлечений и информационная индустрия – «обладают внушающей и манипулирующей силой; они распространяют ложное сознание, снабжённое иммунитетом против собственной ложности. И по мере того, как они становятся доступными для новых социальных классов, это воздействие на сознание, которое они оказывают, перестаёт быть просто рекламой; оно превращается в образ жизни» [Маркузе, 1994]. А исследование, проведённое по заданию Национальной инженерной академии США, показало, что «примерно 93% материалов, которые мы покупаем и «расходуем», вообще никогда не воплощаются в продукцию, отвечающую требованиям рынка. Более того, 80% товаров выбрасываются уже после однократного использования, а значительная часть остальной продукции не служит весь положенный срок» [Вайцеккер и др., 2000].

Многие фирмы даже не скрывают своей заинтересованности в том, чтобы их изделия служили потребителю не слишком долго и выходили из строя вскоре после окончания гарантийного срока. А их ремонт, как правило, не предусмотрен и слишком дорог, о чём красноречиво свидетельствуют европейские и американские городские свалки, заполненные едва вышедшей из употребления, но вполне ещё пригодной бытовой аппаратурой. И это – вполне «законный» приём активизации потребительского спроса, способствующий росту ВВП.

Когда-то, на заре становления нынешней либеральной экономики, один из её отцов Адам Смит рассматривал этику самоограничения разрозненных товаропроизводителей как неотъемлемый регулятор цивилизованных рыночных отношений. С тех пор утекло немало воды, и на фоне многократно возросшего числа производителей прежние моральные сдержки, покоившиеся на религиозных, прежде всего протестантских, ценностях, существенно трансформировались, и рынок сегодня во многом уже не тот, что во времена Смита. Всё уверенней чувствуют себя такие постыдные, маргинальные отрасли бизнеса, как игорные дома, проституция, наркобизнес, процветающие за счёт эксплуатации человеческих слабостей и пороков и превратившиеся в источник колоссальных доходов. Появилось совершенно новое, неведомое прежде понятие гиперпотребления. Подогревая потребность в превосходстве, в стремлении обойти конкурента и даже вывести его из игры – у одних, рынок в то же время культивирует ажиотажный спрос у других, а вместе с ним и известную психологическую зависимость, чувство пристёгнутости к колеснице большого бизнеса.

Таково, например, навязчивое стремление делать покупки даже в ущерб семейному бюджету, получившее у психологов название ониомания, или шопоголизм, – когда человек, попав в какой-нибудь супермаркет, теряет представление о своих реальных потребностях и возможностях и начинает покупать всё подряд. На это же ориентированы и регулярно организуемые распродажи, специально рассчитанные на то, чтобы инициировать подобное поведение. Только в США, по данным франкфуртского журнала «Neue Zeiten» (2007, №79), насчитывалось около 15 млн таких шопоголиков, а в Европе патологической тягой к шопингу страдает от 2 до 10% взрослого населения. И это

лишь один из каналов присущей рынку бездумной растраты ресурсов, многие из которых, как, например, природные богатства, даже не поддаются денежному измерению (их утрата «раскладывается» на всех, а потому кажется незаметной).

* * *

Особенно демонстративно подобные издержки современного общества потребления проявились во время последнего финансово-экономического кризиса, начавшегося, как известно, в 2008 г. в США. Так что же случилось осенью 2008 г.?

Начнём с того, что до сравнительно недавнего времени капиталистический мир знал в основном кризисы перепроизводства, самый известный из которых – Великая депрессия 1929–33 гг. – первоначально разразившийся также в США. Однако в последние десятилетия структура реального сектора экономики развитых стран претерпела серьёзные изменения, и доминирующее положение в ней заняла высокотехнологичная продукция, потеснившая аграрно-сырьевой и индустриальный комплексы. Общество, базирующееся на такой экономике, часто называют постиндустриальным или информационным, и в этом определении скрыт глубокий смысл.

В самом деле, всякое усложнение технологической цепочки, предшествующей созданию того или иного продукта, сопровождается повышением удельного веса его информационной составляющей. Её не лишён даже такой немудрящий инструмент, как молоток. Его рукоятка, сделанная сообразно удерживающей её человеческой руке, его металлическая насадка, принимающая на себя энергию удара, – всё это уже содержит в себе информацию о том, как его держать и как им пользоваться. И чем выше поднимается общество по лестнице научно-технического прогресса, тем насыщеннее информацией становятся используемые им продукты (сравните, например, деревянную избу и современный многоэтажный дом, построенный по архитектурному проекту и воплощающий в себе весь спектр достижений инженерной мысли). При этом в стоимости каждого промежуточного или конечного продукта можно выделить стоимость затраченного на него природного материала и стоимость привнесённой информации. И по мере продвижения по технологической лестнице соотношение стоимости сырьевой и информационной составляющей всякий раз сдвигается в сторону последней, а доля природной, сырьевой её части соответственно падает.

Однако экономика производит не только материальные блага, но также услуги и интеллектуальные продукты. И хотя на них тоже затрачиваются определённые сырьевые ресурсы (хотя бы энергия), но в структуре их стоимости они занимают гораздо более скромное место, а потому такого рода продукты практически можно считать уже чисто информационными.

В табл. 5-1 представлена структура ВВП 20 стран за 2011-2013 гг., из которой хорошо видно, как, в зависимости от типа хозяйства и уровня экономического развития, закономерно возрастает доля сферы услуг в таких продвинутых странах, как США, Германия, Великобритания, или в приближающихся к ним Польше, Бразилии, Турции и т.д. И, наоборот, в экономике отстающих государств, вроде Египта, Индии или Казахстана, первичный (природоэксплуатирующий) и вторичный (обрабатывающий) сектора хозяйства в своей совокупности либо немного превосходят, либо почти равны доле сферы услуг. А в странах-аутсайдерах – как, например, в Анголе – удельный вес сектора услуг уступает им уже в несколько раз. И за этим кроются различия не только географического, но и исторического плана, поскольку каждая из стран как бы фиксирует определённый этап социально-экономического развития человечества. Так, Ангола, условно говоря, находится где-то на уровне Европы XVIII – начала XIX веков, а экономика

Египта или Индии соответствует уровню развития европейских стран первой половины прошлого столетия.

Таблица 5-1

Структура ВВП 20 стран, 2011–2013 гг.

Страна	I, %	II, %	III, %
Австралия	3,6	21,1	75,3
Ангола	8	67	26
Белоруссия	9,5	46,1	44,4
Бразилия	5,5	28,7	65,8
Великобритания	1	23	76
Германия	0,8	28,1	71,1
Египет	13,5	30,5	56
Индия	14,4	27,9	57,7
Казахстан	5,2	37,9	51,9
Китай	17	49	34
Люксембург	0,4	13,6	86
Польша	4,5	31,2	64,3
Португалия	2,6	22,2	75,2
Россия	4	36,2	59,8
Румыния	7,5	33	59,5
Сингапур	0	26,6	73,4
США	0,9	19,7	79,4
Турция	9,2	24,7	66,5
Эстония	3,9	29,7	66,4
Япония	2	36	62

I – сельское и лесное хозяйство, рыболовство. II – промышленность, в т.ч. горная, и строительство. III – сфера услуг. Данные из интернет-источников.

Конечно, в такой всеохватной информатизации общества «повинен» прежде всего научно-технический прогресс. Однако это его «законнорожденное дитя» отчасти напоминает джинна, выпущенного из бутылки. Вопросов бы не было, если бы сфера услуг отвечала интересам всестороннего человеческого развития – облегчению быта людей, улучшению их здоровья, культурному обогащению, повышению образовательного уровня. Но беда в том, что важнейшие из её сегментов – так называемая индустрия досуга и сфера финансовых операций (биржевые сделки, перепродажа ценных бумаг, кредитные услуги и т.д.) – с некоторых пор начали жить как бы самостоятельной жизнью, слабо сопрягающейся с гуманистическими ценностями, превратившись в автономизированную, самоподдерживающуюся и самовозрастающую структуру (подробнее об этом см. [Данилов-Данильян, 2015]).

И именно сюда стягиваются избыточные финансовые средства, поскольку деньги здесь «делаются» относительно быстро и легко, порою почти без усилий, хотя и с высокой степенью риска. В одном случае – вследствие потерь на сделках, в другом – из-за утраты источника дохода (мода и вкусы переменчивы). Но никогда прежде избыточное потребление не могло явиться самостоятельной причиной финансового кризиса такого масштаба. Для этого оно должно было сделаться массовым явлением. Оно и сделалось таковым в последней трети минувшего века, когда значительные слои населения развитых стран получили в своё распоряжение внушительные финансовые средства, а с ними и ресурсы свободного времени, не будучи подготовленными к этому ни культурно, ни этически. Люди старшего поколения, должно быть, помнят известный слоган 1960–70-х гг. – «американский образ жизни», употреблявшийся пропагандистской машиной США даже чаще, чем слова «свобода» и «демократия». Этот «образ жизни» предполагал благоденствие

«массового человека» в условиях общества потребления, базирующегося на рыночной экономике. Но обеспечив большинству населения высокий уровень благосостояния, развитая рыночная экономика почти ничего не сделала для культурного возвышения рядового американца или европейца.¹⁶

Наоборот, выгодной оказалась «промывка мозгов» посредством рекламы и иных пиар-технологий, дабы примитивизировать его духовные потребности и низвести культуру до субкультуры с её кинобоевиками, любовно-эротическими и детективными сериалами, попсовой музыкой, фитнес-клубами, коммерческим спортом, казино и т.д. Ведь стотысячный стадион даёт несопоставимо больший доход, чем филармонический зал, где концерты нуждаются в спонсорской поддержке. А если на футбольном поле соорудить эстраду и заставить те же сто тысяч подпевать и хлопать в ладоши под незамысловатый ритм, этот доход можно и ещё увеличить. Маркузе называл такие наведённые потребности «массового человека» репрессивными, поскольку окружающая индивида социальная среда формируется таким образом, что у него, собственно, не остается и выбора: альтернатива только одна – жить «как положено» в обществе потребления. «...Индивиды отождествляют себя со способом бытия, им навязываемым, и в нём находят пути своего развития и удовлетворения» [Маркузе, там же].

В этих условиях, когда затопляющая мир массовая субкультура ведёт к эрозии национальных традиций и освящённых веками нравственных ценностей, финансовый и развлекательный сегменты сферы услуг действительно превращаются в рыночного демона, дестабилизирующего мировое экономическое пространство. И когда наступают тяжёлые времена, люди, успевшие объесться «хлебом и зрелищами», по понятным причинам отказываются в первую очередь от зрелищ. А поскольку индустрия досуга и производство ради перепотребления через десятки миллионов занятых в них субъектов успели враси в современную экономику и от их доходов зависит спрос на товары и услуги других её секторов, ясно, что падение спроса на их собственную продукцию вызывает экономический обвал и неплатёжеспособность огромного числа заёмщиков и связанных с ними экономических агентов. Поэтому экономика «общества потребления» не может быть устойчивой (подробнее об этом см. [Данилов-Данильян, 2009]).

* * *

И всё-таки было бы слишком большим упрощением утверждать, что рыночная система всегда и во всем идёт «поперёк жизни», как это пытаются представить, например, коммунисты, и что она вступает в противоречие с подлинными человеческими потребностями. В конце концов, и в природной среде сохранение и устойчивость видов обеспечивается не чем иным, как конкуренцией организмов, и на том стоит всё многообразное здание живой природы. Не случайно одну из глав своей монографии «Физические и биологические основы устойчивости жизни» известный российский эколог В.Г. Горшков озаглавил «Биосфера как “свободный рынок”». И даже так называемая «невидимая рука» Адама Смита, приводящая в соответствие с потребностями общества усилия множества рыночных игроков, каждый из которых стремится к достижению собственных целей, есть, по сути, претворение общих принципов жизни, их сцепление с потребностями цивилизации.¹⁷

¹⁶ Большой вклад в разработку этой проблемы более века назад внёс американский экономист и социолог Торстейн Веблен «Теория праздного класса» (1899). См. [Веблен, 2011].

¹⁷ Неясно, правда, по какой причине конкуренция в биоте не ведёт к нарушению её долгосрочной стабильности, что обычно наблюдается в социуме. А ведь от ответа на этот вопрос зависит решение таких глобальных проблем, как обеспечение устойчивости цивилизации, также базирующейся на принципах конкурентного (рыночного) взаимодействия. И если бы людям удалось разгадать этот «ребус», они смогли бы далеко уйти в направлении устойчивого развития.

В самом деле, в основе рынка лежит деятельность живых людей, преследующих свои личные интересы, а равно интересы социальных групп, которые они олицетворяют. И вступая между собой в деловые отношения, они неизбежно приходят к принципу конкурентного взаимодействия, заложенному, быть может, даже на генетическом уровне. При этом никакое математическое моделирование, никакие компьютерные программы не в состоянии обеспечить, например, ту высочайшую точность паритета цен, которая безо всяких сторонних усилий, «сама собой», поддерживается рынком. Именно игнорирование этого естественного, органически присущего человеку механизма конкуренции на основе отдельных, частных интересов и привело в конце концов к краху централизованную экономику.

Да, с одной стороны, частная инициатива и конкуренция свободных товаропроизводителей уже продемонстрировали миру свои великие возможности, и нет нужды доказывать, что без этого могучего двигателя современный прогресс просто не состоялся бы. Но нельзя вместе с тем сбрасывать со счетов и тот корыстный, эгоистический интерес, что лежит в основе всякого частного предпринимательства и приводит порой к непредсказуемым, а иногда и разрушительным последствиям, что в условиях нависшей экологической угрозы вызывает особую озабоченность и, по-видимому, требует пересмотра некоторых важнейших «правил игры».

Уже упоминавшийся экономист Герман Дейли ещё в 1990 г. сформулировал несколько простых правил по эксплуатации окружающей природной среды, выполнение которых позволило бы успешно функционировать рыночной экономике, не подрывая в то же время её устойчивости. Сегодня эти правила представляются уже более или менее очевидными, и, тем не менее, ни одно из них по-настоящему пока не выполняется ни в глобальном масштабе, ни даже в рамках «одной, отдельно взятой страны» (с учётом всех её экспортно-импортных операций). Вот эти правила:

1. Для возобновимых ресурсов. Скорость их использования не должна превышать скорости восстановления того или иного ресурса. Так, вырубка лесов не должна превышать их естественного прироста и темпов лесовосстановления, вылов рыбы – не подрывать способности к воспроизводству рыбного стада, а водопользование – не нарушать механизмов воспроизводства водных ресурсов.

2. Для невозобновимых ресурсов (ископаемого топлива, металлических руд и т.п.). Скорость потребления невозобновимого ресурса не должна превышать скорости его замещения другим, возобновимым ресурсом. Например, устойчивость нефтяной отрасли экономики возможна лишь при условии, если часть получаемых при этом доходов будет направляться на совершенствование ветряных и солнечных генераторов или на разработку технологий использования других возобновимых энергоресурсов, чтобы к моменту исчерпания запасов нефти была подготовлена для неё адекватная замена.

3. Для загрязнений. Скорость их образования не должна превышать скорости, с которой загрязняющее вещество может быть разложено, поглощено или переработано окружающей средой, не нанося вреда соответствующим экосистемам. Например, сточные воды могут быть слиты в реку, озеро или закачаны в подземные водоносные горизонты лишь в том случае, если бактерии и прочие участвующие в их переработке организмы смогут справиться с этим потоком питающих их веществ без нарушения равновесия водной экосистемы [Daly, 1990].

Вопрос, однако, в том, сколь совместимы все эти ограничения с установившейся хозяйственной практикой. Ведь рыночная система в том виде, как она существует сейчас, способна воспроизводить лишь самоё себя со всем неразрывно связанным с ней клубком противоречий – богатством и нищетой, гипертрофированным потреблением, расточительным обращением с ресурсами, загрязнением всех сред и непрекращающимся давлением на природу.

А, между тем, экологические издержки цивилизации всё явственнее начинают конвертироваться в издержки экономические. Они уже породили тенденцию к снижению продуктивности мировой экономики, а ставший привычным экономический рост все чаще сдерживается не финансовыми, трудовыми или производственными ресурсами, а состоянием окружающей среды. И если в прошлом одним из главных ограничителей такого роста был созданный человеком капитал, то теперь, как замечает Г. Дейли, после беспрецедентного увеличения этого капитала подобным ограничителем стал «капитал природный». Не число рыболовецких судов, а репродуктивные возможности популяций рыб. Не численность сельскохозяйственных рабочих, машин и количество химикатов, а пресная вода для нужд орошения. Не мощность технического парка по вырубке и переработке древесины, а сохранившиеся лесные массивы, и т.д. А спровоцированным человеком потеплением и другими климатическими изменениями, как главным из ограничителей, мировая экономика, можно сказать, столкнулась уже лицом к лицу, хотя оценить их последствия в полном объёме нам только ещё предстоит.

* * *

В одном из итоговых документов Конференции по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро 1992 г. (подробнее о ней см. гл. 8) говорится, что линия мирового развития как способа удовлетворения растущих потребностей человечества вошла в глубокий конфликт с окружающей средой. И чтобы отвести его от опасной черты, необходимо направить это развитие в какое-то более упорядоченное и безопасное русло.

Ведь до сих пор оно имело по преимуществу стихийный, неуправляемый характер, что, кстати, и послужило отправной точкой для критики капиталистической системы К.Марксом и его последователями. Противопоставляя ей разумно устроенное бесклассовое общество будущего, они мыслили его функционирующим по единому плану и координируемым из единого «мозгового центра». И потребовалось более семидесяти лет, чтобы окончательно развеять иллюзии вокруг этого волюнтаристского проекта. А поразительная жизнестойкость, продемонстрированная рыночной экономикой, ее способность к самоисцелению, обнаруженная в самых разных критических ситуациях (Веймарская республика 1920-х гг. в разоренной войной Германии, НЭП в послереволюционной России, «экономическое чудо» Японии и Западной Германии 1950-1960 гг., словно Феникс из пепла, возродившихся после катастрофического поражения во Второй мировой войне), окончательно закрепили за ней право на монопольное положение в мировой экономике.

Но можно ли и дальше смотреть на неё как на панацею от всех бед, подстерегающих время от времени человечество? И сумеет ли она и на этот раз отвести человечество от опасной черты? Увы, вопросов куда больше, чем ответов, и большинство из них так или иначе вертится вокруг глобального экологического кризиса, не случайно считающегося главным вызовом цивилизации. Ведь трудно отрицать, что именно рыночная экономика подстегнула в своё время процесс разрушения окружающей среды на планете. Правда, государства-флагманы

рыночной системы первыми и осознали всю серьёзность экологической угрозы, поставив на повестку дня задачу устойчивого развития.

Но вот тут-то и начинается пробуксовка. И тем ощутимей, чем дальше в практическую плоскость смещается вопрос о реализации этого беспрецедентного проекта. Становится, в частности, всё более очевидным, что трудности эти в значительной мере обусловлены самой спецификой рыночной экономики, какими-то имманентно присущими ей чертами. И чтобы подняться над корпоративными и узко национальными интересами, над рыночным эгоизмом и заботами сегодняшней выгоды, ей нужно в известном смысле переступить через самоё себя и через некоторые основы своего почти четырёхсотлетнего существования. А ведь именно этого, очевидно, требует от неё задача перехода к устойчивому развитию.

И в этой связи хотелось бы обратить внимание на всё чаще раздающиеся голоса (причём, не только из прокоммунистических кругов), ставящие под сомнение основу основ экономической рыночной системы – парадигму свободного, неуправляемого развития. Так, авторы второго доклада Римскому клубу «Человечество на перепутье» М.Мезарович и Э.Пестель, анализируя поведение компьютерных моделей, ещё сорок лет назад пришли к выводу, что стихийное развитие мировой экономики в современных условиях не только нерационально, но и прямо опасно [Mesarovic, Pestel, 1974]. И тут есть над чем задуматься.

Ведь частное предпринимательство основано на конкуренции свободных товаропроизводителей и, следовательно, стихийно по самой своей природе. И, как и всякая стихия, лишь до известной степени подвластная прогнозированию и управлению, оно несёт в себе как созидательное, так и разрушительное начало. Примером последнего могут служить хотя бы периодические кризисы перепроизводства, сотрясавшие Западный мир вплоть до великой депрессии 1929-33 гг., причём лекарство от них было найдено только с введением более жёстких правил игры для бизнеса.

Однако сегодня мы являемся свидетелями уже не внутреннего, а внешнего по отношению к данной системе кризиса, который, будучи по своим проявлениям экологическим, является, вместе с тем, и кризисом «перепроизводства» самой цивилизации. Да, как в той сказке братьев Гримм про волшебный горшочек каши, её стало слишком много для нашей планеты, и она полилась через край, заливая окрестные дворы и улицы, а с ними и всю окружающую среду. Только сумеет ли современная цивилизация, оставаясь в этом своем «стихийном качестве», как-то обуздать, ограничить саму себя? Кстати, в сказке это было сделано кем-то извне – хозяйкой горшочка, успевшей вбежать в дом и прокричать те самые волшебные слова: «Раз-два-три, больше не вари».

Но если и дальше продолжить нашу аналогию, то не логично ли допустить, что и рыночная экономика в условиях надвигающейся экологической угрозы также нуждается в ком-то, стоящем вне системы, кто мог бы задать ей внешние ограничительные параметры. И чтобы эти внешние ограничения, не подавляя её активного, жизнотворческого начала, позволили бы ввести её развитие в разумно упорядоченное, безопасное русло. Как заметил по этому поводу Г. Дейли, на рынок как механизм размещения ресурсов и распределения доходов можно полагаться в рамках предписываемых ему экологических и этических границ. «В этих рамках рынок свободен, но ему не должно быть позволено устанавливать свои собственные границы» [Daly, 1977].

И здесь нельзя не вспомнить, что прецеденты такого рода в истории уже бывали и что либеральная экономика вполне успешно функционировала в условиях

государственного, то есть навязанного ей извне, жёсткого регулирования. Правда, почти все такого рода примеры, не считая, пожалуй, НЭПа, были связаны с введением военного положения. Так, в Великобритании в годы Второй мировой войны осуществлялось централизованное регулирование рыночной экономики. При этом последняя не только прекрасно справилась с оборонными задачами в условиях морской блокады, но и сумела обеспечить населению воюющей страны вполне достойный уровень жизни, резко контрастировавший с тем, что даже в самом глубоком тылу имели жители Советского Союза с его плановым обобществленным хозяйством. В те же годы в Японии были отстранены от управления своей собственностью владельцы крупных предприятий, причём без какой бы то ни было национализации – эту функцию перепоручили государственным чиновникам.

Однако сегодня, в условиях глобальной деградации окружающей среды, когда под вопросом находится судьба всей мировой цивилизацией, речь, по-видимому, должна идти о централизации несколько иного уровня. Потому что биосфера, представляя собой единый и неделимый ресурс человечества, а вернее – всех обитающих на Земле биологических видов, не может быть разъята на региональные и государственные «квартиры», хотя поползновения такого рода наблюдаются постоянно. Ведь большинство стран по традиции все ещё рассматривают своё природное окружение не как неотъемлемый элемент биосферы, а как безраздельно принадлежащее им достояние, руководствуясь, очевидно, представлениями полувековой давности. А уж чьи только интересы не обслуживаются в ходе осуществления этой «независимой» экологической политики, остаётся порой лишь догадываться. И всё это имеет, конечно, весьма слабое отношение к тому, что следует понимать под устойчивым развитием.

Так что если не закрывать глаза на проблему, а подходить к ней со всей необходимой ответственностью, нельзя не признать, что наделённый соответствующими полномочиями международный наднациональный орган, который последовательно проводил бы в жизнь научно обоснованную программу стабилизации глобальной окружающей среды, необходим мировому сообществу как воздух. Причём проводил бы её в интересах, прежде всего, самой биосферы (а значит, и человечества в целом), а не отдельных геополитических, этнических, конфессиональных, корпоративных и других группировок. Называть ли его Всемирным правительством или как-то ещё, но некоторые его функции хотелось бы очертить здесь хотя бы пунктирно.

Это, например, экологический мониторинг и контроль за состоянием окружающей среды на планете (своего рода планетарный комгидромет), только наделённый значительно бóльшими полномочиями, чем нынешний ЮНЕП). Это право вето на технологии и проекты, противоречащие интересам глобальной стабильности («планетарная экоэкспертиза»). Разработка социальных и эколого-экономических индикаторов устойчивого развития, имеющих силу правовых норм («планетарный комстандарт»). Планирование рекультивации земель и восстановления естественных экосистем по странам и континентам. Установление квот на энергопользование, выброс парниковых газов и других загрязнителей глобального характера. Определение размеров отчислений во всемирный фонд поддержки слаборазвитых стран, находящихся в тисках продовольственного, демографического или экологического кризиса, и т.д.

Впрочем, будем реалистами: сегодняшнее мировое сообщество явно ещё не созрело для таких капитальных мер. Ведь они предполагают добровольный отказ от известной части своего национального суверенитета, а суверенитет – это, увы, святое и едва ли не самый болезненный пункт в сфере межгосударственных

отношений. Хотя, как писал по этому поводу основатель Римского клуба Аурелио Печчеи, «принцип национального суверенитета оказывается в первую очередь весьма выгодным его самым ревностным защитникам – правящим классам. Ведь суверенное государство – их вотчина. Вся помпезность и внешний блеск, все пышные слова и витиеватые украшения, скрывающие за собой узкий эгоцентризм, вкупе со связанными с этим имущественными интересами – все это как нельзя лучше служит корыстным целям правительств...» [Печчеи, 1980, с.285]

А английский историк Арнольд Тойнби высказался на этот счёт ещё более категорично: «...Сила поклонения культу национального государства вовсе не свидетельствует о том, что национальный суверенитет действительно представляет собой удовлетворительную основу политической организации человечества в атомный век. Истина как раз прямо в противоположном <...> в нашу эпоху национальный суверенитет, по сути дела, равносителен массовому самоубийству» (цит. по [Печчеи, там же, с. 227-228]). И это, заметьте, сказано задолго до осознания масштабов нынешнего глобального кризиса.

И всё же глубокая демократизация общества даёт некоторую прививку от подобного рода «национальных комплексов», а иначе мы едва ли бы оказались свидетелями рождения нынешней единой Европы. Однако и тут, к сожалению, есть свои подводные камни, которые могут сыграть не последнюю роль на этапе перехода к устойчивому развитию. Ведь последнее неизбежно потребует от населения развитых стран готовности к известному самоограничению, без чего невозможно было бы прийти к сколько-нибудь приемлемому компромиссу с природой. Но сослупить с достигнутого жизненного уровня, даже если это означает отказ от целого ряда очевидных излишеств, психологически очень не просто, особенно если данный шаг не диктуется такими убедительными для всех мотивами, как военное положение, экономический кризис, последствия стихийного бедствия и т.д.

С другой стороны, идеалы и ценности устойчивого развития едва ли могут быть быстро восприняты подавляющим большинством населения. Скорее всего они явятся поначалу достоянием лишь просвещённого, скажем так, меньшинства. И, значит, любое национальное правительство, решившееся в этих условиях на так называемые непопулярные меры – например, лимитирование энергопотребления – неизбежно окажется заложником «непросвещённого большинства», которое отвернется от него на ближайших же президентских или парламентских выборах. Как справедливо заметил по этому поводу бывший глава Европейского банка реконструкции и развития Жак Аттали, у демократий, где лидеры не могут позволить себе даже временной непопулярности, могут возникнуть большие проблемы с будущим: «Как же думать о перспективе, если всё время сверяться с рейтингом? Неспособность продумать будущее и рискнуть ради него – это отказ от развития» (цит. по [Сабов, 2007]).

И в этом смысле то же самое демократическое правительство оказалось бы в несомненном выигрыше, делегировав наиболее уязвимую в указанном плане часть своих полномочий такому равноудаленному наднациональному органу, который мог бы распутывать тугие узлы экологического кризиса без оглядки на групповые и корпоративные интересы. А ведь эти последние (и в этом следовало бы отдавать себе ясный отчет), вероятно, всегда будут в некотором текущем противоречии со стратегическими, глобальными целями и установками устойчивого развития. И потому обойтись без направляющей «твёрдой руки» в лице описанной выше полномочной инстанции мировому сообществу удастся едва ли. Как заметил в этой связи Б.Б.Родоман, демократия в социальной и экономической сфере вполне может ужиться с тоталитаризмом при решении экологических задач [Родоман,

2004]. Хотя, конечно, не о тоталитаризме идёт в данном случае речь, а лишь о необходимой жёсткости и бескомпромиссности в вопросах сохранения стабильности окружающей среды, напрямую связанной с проблемой выживания человечества. И, разумеется, при условии добровольного следования каждой из стран руслу этой равно обязательной для всех стратегии.

Вместе с тем, переход к устойчивому развитию вовсе не предполагает уничтожение рыночной системы как таковой (на чём споткнулось большинство тоталитарных режимов), а лишь переориентацию мировой экономики, её подчинение задачам глобальной устойчивости. И хотя чисто экономическими мерами достигнуть этой цели невозможно, но и их роль также нельзя недооценивать.

Особый интерес в этом плане представляют труды английского экономиста Артура Пигу (1877—1959), одним из первых обратившего внимание на расхождение частного и общественного интереса (общественной выгоды) в тех случаях, когда результаты экономической деятельности либо вовсе не учитываются рынком (как при загрязнении окружающей среды), либо оцениваются им неадекватно – заниженно, а иногда и завышенно. Примером последнего может служить, как правило, завышенная оценка рынком продукции примитивной масскультуры, оказывающей деструктивное воздействие на духовный мир современного человека. Подобного рода побочные «внешние эффекты» экономической деятельности Пигу назвал экстерналиями, а для их нейтрализации предложил облагать частную деятельность, связанную с определёнными общественными издержками, специальным налогом (корректирующий налог, по Пигу) – чтобы частные затраты и цена товара отражали, в итоге, эти общественные издержки. В случае же если предельная общественная выгода превышает частную (например, при использовании системы щадящей обработки земли), государство должно поддерживать данный вид деятельности с помощью корректирующих субсидий.

Примечательно, что ещё около века назад Пигу пришел к выводу, что система «свободного рынка» порождает конфликты не только между частным и общественным интересом, но также и внутри этого последнего – между выгодой текущего момента и интересами будущих поколений. Поэтому государство через механизм перераспределения доходов должно не только делать всё от него зависящее для повышения общественного благосостояния, но и оказывать поддержку фундаментальной науке, образованию, природоохранным проектам и пр., стоя на страже «интересов будущего» [Пигу, 1985].

Тем не менее, без скоординированных усилий мирового сообщества, направленных, в частности, на создание более жёстких правил игры для бизнеса, человечеству, по-видимому, также не обойтись. Скажем прямо: это очень сложный и болезненный вопрос, но от того, сумеет ли оно обеспечить успешный контроль над процессами общецивилизационного развития – во благо себе и своему природному окружению, – зависит жизнь и судьба идущих нам на смену поколений.

Глава 6 ДУХОВНЫЙ КРИЗИС ЧЕЛОВЕКА КАК ПЕРВОПРИЧИНА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЫЗОВА

Обретение независимости или разрыв союза с природой – Корни современного рационализма – Мировоззренческая революция Возрождения – Мышление, оставляющее «за скобками» природу – Научно-технический прогресс как религия XX века – «Природа сначала погибла в душе человека» – «Разрушение разрушителя»

Итак, к началу третьего тысячелетия мировая цивилизация подошла в состоянии глубокого системного кризиса, который имеет свои социальные, демографические и экономические аспекты, но словно бы блекнущие перед главной, экологической угрозой. И в центре этого процесса глобальной деградации окружающей среды, охватившей в XX веке практически всю планету, находится, увы, сам его виновник – человек с его потребительским отношением к природе и ущербной психологией покорителя и властелина Вселенной.

Психология эта, как уже было отмечено, сформировалась не вчера, и первой вехой на пути к самоотделению человека от природы стал переход от простого присвоения её плодов первобытным собирателем и охотником к производству сельскохозяйственной продукции, сработанной его руками (неолитическая революция). Но тем самым в этих руках оказалась в известной степени и его собственная судьба.

На фоне этой относительной независимости от природных сил теряет былую актуальность и ощущавшееся прежде родство человека с окружающим его растительным и животным миром. Почувствовав себя существом особенным, выделенным среди всех других, он не замедлил отправить в отставку и своих зооморфных богов, налагавших немало запретов на уничтожение живой природы. А на их место пришли божества, слепленные уже по человеческому образу и подобию, причём сама природа из объекта поклонения становится для человека, прежде всего, ресурсным источником.

И такое рационально-потребительское отношение к своему природному окружению характерно уже для ранних цивилизаций древности. Примечателен повторяющийся при этом эволюционный сценарий первых цивилизаций, например, Месопотамии и Средиземноморья, отмеченный В.А. Красиловым: «рост населения – истощение ресурсов – экспансия – милитаризация, тоталитаризм – сверхнагрузка на ресурсы (италийские леса пошли на строительство римского флота) – деградация среды обитания – духовная деградация – утрата внутренней энергии, развал государственной системы» [Красилов, 1992, с. 14].

Таким образом, уже в эпоху ранней античности начинает формироваться убеждение, сформулированное впоследствии Френсисом Бэконом как «Knowledge Itself is Power», т.е. что само по себе знание есть сила и что с его помощью можно переделывать и приспосабливать под свои нужды природу, одновременно изменяя и революционизируя социальную и экономическую стороны своего бытия. Конечно, против этой максимы Бекона трудно что-нибудь возразить, если бы не то, что человеку с его самоуверенностью свойственно принимать неполное знание, а то и заблуждения за истинное знание.

После «тёмных веков» начала Средневековья, когда природа как «божье создание» всё-таки предполагала бережное к себе отношение (в европейском средневековом законодательстве существовал, например, на этот счёт целый ряд нормативных ограничений), рационализм возродился на новой основе. Мощный

импульс для модернизации европейского общества дала эпоха Возрождения, а само это явление получило название модерна.

Это время отмечено формированием крупных современных наций, а с другой стороны – становлением в ряде европейских государств системы рыночных отношений и либерального гражданского общества. В духовной же сфере модерн означал, по сути, вторую, после неолитической, мировоззренческую революцию, огромный вклад в которую, наряду с мореплавателями, писателями, архитекторами и художниками, внесли учёные – Декарт, Галилей, Ньютон, Адам Смит и др. Человек в рамках этого мировоззрения представляется отныне центром и венцом мироздания, а вместе с тем растёт и вера в его могущество, в силу Разума, с помощью которой можно преобразовывать и обустривать Землю.

Два мира есть у человека:
Один, который нас творил,
Другой, который мы от века
Творим по мере наших сил, –

сказал поэт¹⁸. И действительно, Великие географические открытия, модернизация парусного флота, рост городов, создание мануфактурного производства и т.д., казалось бы, подтверждали неоспоримое превосходство этого творимого человеком мира, в то время как неосвоенная, первозданная природа как бы оттесняется в его сознании на задний план, будучи понимаема лишь как фон для его масштабных деяний.

Не случайно на полотнах мастеров Возрождения она чаще всего фигурирует именно как фон, пусть даже не лишённый обаяния, но достаточно условный и отстранённый. Что же касается литературных произведений той поры, то там (в отличие от поэзии античности) описания природы практически вообще отсутствуют.

Эпоха барокко и классицизма с расцветом садово-паркового искусства и ландшафтной архитектуры, быть может, и приоткрыли для природы окно в человеческий мир, но лишь для такой, какой люди хотели её в ту пору видеть – «регулярной», подстриженной, окультуренной – и опять-таки как фон для дворцовых празднеств и увеселений. Отпечаток «приспособленности» изображаемой природы к человеческим потребностям лежит и на картинах знаменитых живописцев XVII-XVIII веков. Бескорыстный же взгляд на мир «бесполезной» дикой природы (причём, чаще всего восхищённый) стал доступен западному человеку еще позднее, в конце – начале XIX веков, когда в европейском искусстве почти на столетие воцарился романтизм.

И хотя во многом ещё условная и романтизированная, она оказалась вдруг созвучна человеческому сердцу, оказалась важна для него сама по себе, как таковая, вне зависимости от практической выгоды, которую возможно или невозможно из неё извлечь. И постепенно ширится круг, сначала художников (Констэбл и Тёрнер в Англии, барбизонцы и импрессионисты во Франции, Левитан

¹⁸ Следует заметить, что эти строки Н. Заболоцкого из стихотворения «На закате» интерпретируются зачастую неоднозначно. Одни видят здесь противопоставление техногенного мира природному, подразумевая превосходство первого, другие, напротив, понимают их как прославление, сакральность мира природы («который нас творил»), призыв беречь её и всячески чтить. Аргументы в пользу обоих толкований при желании можно найти и у самого Заболоцкого, в других его произведениях. Однако в данном контексте под «другим миром» поэт понимает духовный, внутренний мир человека. Тем не менее, и та и другая интерпретации пустили глубокие корни в сознании людей, а противопоставление техногенного мира природному стало уже общим местом, причём чаще всего имеется в виду подчинённое положение последнего.

и Куинджи в России), а затем и писателей (Мелвилл, Сетон-Томпсон, Торо, Пришвин, поздний Пастернак), черпающих своё вдохновение прежде всего в природе и именно у неё ищущих ответы на многие волнующие их вопросы бытия.

Но это в искусстве. В реальности, в повседневной жизни все обстояло по-другому. Окончательно утвердившийся свободный рынок с его всепроникающими товарно-денежными отношениями диктовал свою логику, и этой логикой стал Его Величество денежный расчёт. И там, где приходилось выбирать между миром нетронутой природы и возможностью извлечения из неё дополнительной прибыли, человек без колебаний жертвовал первым, не заботясь о перспективе завтрашнего дня. К тому же любой природный объект низводился теперь до роли заурядного предмета купли-продажи. И если за назначенный под застройку участок векового леса можно было заплатить, как за несколько вагонов цемента, то стоило ли о чём-нибудь беспокоиться?

* * *

XX век стал временем наивысшего торжества рационализма, а чеховский вишнёвый сад, вырубленный под доходные дачи, – его своеобразным символом.

«Окончательно» убедившись в своём могуществе, человек утвердился в мысли, что посредством разумной организации и совершенных технологий ему под силу решать любые встающие перед ним проблемы. И «уверовав в науку как в новую религию, он решил установить своё господство и направлять по своему усмотрению развитие природы и общества на Земле» [Бланко, 1995]. Да и как было не уверовать? Между первой лампочкой накаливания (1879 г.) и первым массовым персональным компьютером (1981 г.) прошло сто лет. За это время человечество изобрело двигатель внутреннего сгорания и электронно-лучевой кинескоп, осуществило цепную ядерную реакцию и проникло в тайны генетического кода. Оно покрыло Землю сетью скоростных железных и шоссейных дорог и окутало её плотным, хоть и невидимым, облаком электромагнитного излучения, которое фиксируется даже из космоса. Оно соединило каналами три океана, перекрыло плотинами величайшие реки мира и связало воедино мостами и туннелями разделённые острова и материки.

Собственно, за один этот век оно воплотило в реальность почти все самые свои дерзновенные мечты – от «живой воды» (антибиотики, пересадка органов) до ковра-самолета и от Вавилонской башни (высотные дома-небоскрёбы) до жюль-верновского полёта на Луну. Кстати, этот последний – программа «Аполлон», задуманная ещё при президенте Дж. Кеннеди, – по своей методичной планомерности скорее напоминал даже не дерзкий вызов Небу, а какой-нибудь рутинный план спуска на воду нового авианосца – так пунктуально, этап за этапом, без единой осечки осуществлялся этот фантастический и, конечно, безумно дорогой (25 млрд долл.) проект вплоть до высадки первых землян Н. Армстронга и М. Коллинза на лунную поверхность.¹⁹

И что, казалось бы, могло затормозить эту триумфальную поступь научно-технического прогресса, открывавшего перед человеком все новые горизонты бытия, немислимый ранее комфорт, удовлетворение самых прихотливых его потребностей, а главное – ощущение прочности пребывания на этой земле под

¹⁹ «Осечка», правда, произошла, но уже после успешных полетов «Аполлона-11» и «Аполлона-12», когда из-за взрыва в двигательном отсеке «Аполлона-13» его экипаж был вынужден повернуть обратно, так и не совершив запланированной лунной посадки, но к счастью благополучно возвратившись на Землю.

надёжной «бронёй цивилизации»? И даже сам Дьявол из бунинского рассказа «Господин из Сан-Франциско» не без робости взирает на спокойно рассекающую зимний штормовой океан «Атлантиду» – великолепный многопалубный лайнер с веселящимися толпами в залитых огнями салонах и надёжно укрытым в глубоком трюме телом мёртвого американца, возвращающегося домой после своего незадавшегося круиза, – символизирующую для автора страшную в своей торжествующей самоуверенности силу этого технического прогресса.

«Но там, на корабле, в светлых, сияющих люстрами и мрамором залах, был, как обычно, людный бал в эту ночь. Был он и на другую, и на третью ночь – опять среди бешеной вьюги, пронесившейся над гудевшим, как погребальная месса, и ходившим траурными от серебряной пены горами океаном. Бесчисленные огненные глаза корабля были за снегом едва видны Дьяволу, следившему со скал Гибралтара, с каменистых ворот двух миров, за уходившим в ночь и вьюгу кораблем. Дьявол был громаден, как утёс, но ещё громаднее его был корабль, многоярусный, многотрубный, созданный гордыней Нового Человека со старым сердцем. <...> В самом низу, в подводной утробе «Атлантиды», тускло блистали сталью, сипели паром и сочились кипятком и маслом тысячепудовые громады котлов и всяческих других машин, той кухни, распалаемой исподу адскими топками, в которых варилось движение корабля, – клокотали страшные в своей сосредоточенности силы, передававшиеся в самый киль его, в бесконечно длинное подземелье, в круглый туннель, слабо озаренный электричеством, где медленно, с подавляющей человеческую душу неукоснительностью, вращался в своём маслянистом ложе исполинский вал, точно живое чудовище, протянувшееся в этом туннеле, похожем на жерло. А середина «Атлантиды», столовые и бальные залы её изливали свет и радость, гудели говором нарядной толпы, благоухали свежими цветами, пели струнным оркестром...» [Бунин, 1987, с. 71]

Но не только грозной забортной стихии противопоставляет автор эту роскошь, эту праздность, эти танцы под струнный оркестр, надёжно укрытые от зимнего океана сталью и стеклом «Атлантиды». Адские топки в подводной утробе корабля, «пожирающие своими раскалёнными зевами груды каменного угля», питались мускульными усилиями других людей, «облитых едким, грязным потом», «багровых от пламени». Именно их каторжным трудом и поддерживался этот неуёмный «пир жизни» в танцевальных залах, салонах и на палубах – такова была суровая реальность начала минувшего века, какой её мог видеть Иван Бунин.

Однако уже к середине того же века технический прогресс, породивший в своё время этот вид бесчеловечного труда, сам же и свёл его на нет, отправив на металлолом большую часть судового парка на каменном угле и заменив устаревшие пароходы более эффективными и эргономичными на мазутном топливе. И точно так же снялась, например, проблема детского труда на ткацком производстве (написанный в те же годы рассказ Джека Лондона «Отступник»), им созданная, а затем – с переходом на бесчелночные автоматы – им же и упразднённая.

Так, может, всего-то и требовалось, что время и терпение, чтобы дождаться плодов этого всеобщего благоденствия, которые научно-технический прогресс, подхлестываемый ненасытной изобретательской мыслью, в свой час принесёт человечеству? Однако то, что он ему нёс, лежало, так сказать, на поверхности. Плата, которую он брал взамен, далеко не всегда видна была невооружённому глазу.

Когда-то Илья Ильф меланхолически заметил: «Вот уж и радио изобрели, а счастья всё нет». А между тем в 20-е и 30-е годы XX века целое поколение

советских людей жило будоражащей мечтой о скором пришествии коммунизма, и этой своей верой в безграничные возможности цивилизации, в сущности, мало чем отличалось от многих западных интеллектуалов, также преисполненных социального оптимизма, хоть и на свой манер.

Эта неистребимая вера в светлое будущее, психология человека-победителя, у ног которого рано или поздно окажется весь природный мир, прорывались даже на страницы научно-популярных книг. Вот, например, как заканчивал свой, казалось бы, далёкий от всякой идеологической ангажированности труд «Вселенная вокруг нас» (The Universe Around Us) известный английский астрофизик Джеймс Джинс:

«Как обитатели Земли, мы живём в самом начале времени: мы вступаем в бытие в свежих красотах рассвета, и перед нами расстилается день невообразимой длины с его возможностями почти неограниченных достижений. В далёком будущем наши потомки <...> будут считать наши века за туманное утро истории мира; наши современники будут казаться им героическими личностями, которые сквозь дебри невежества, ошибок и предрассудков пробивали себе путь к познанию истины, к умению подчинить себе силы природы, к построению мира, достойного того, чтобы человечество могло в нём жить» [Джинс, 1932].

И почти тот же победительный настрой, только замешенный на высокомерном отношении к «низкой» природе (неужели люди и вправду могли так думать?), выглядывает на нас со страниц другого, художественного произведения, созданного почти год в год с книгой Джинса, но за тысячи километров от него, в далёкой Москве, в самом сердце грандиозного социалистического эксперимента. Роман Ильи Ильфа и Евгения Петрова «Золотой телёнок»:

«Быть может, эмигранту, обезумевшему от продажи газет среди асфальтовых полей Парижа, вспоминается российский просёлок очаровательной подробностью родного пейзажа: в лужице сидит месяц, громко молятся сверчки, и позванивает пустое ведро, подвешенное к мужицкой телеге. Но месячному свету дано уже другое назначение. Месяц сможет отлично сиять на гудроновых шоссе. Автомобильные сирены и клаксоны заменят симфонический звон крестьянского ведёрка. А сверчков можно будет слушать в специальных заповедниках...» [Ильф, Петров, 1956, с. 289].

А вот что задолго до Ильфа и Петрова писал 23-летний Валерий Брюсов (1896), конструируя в своём воображении «антропогенный пейзаж» [Брюсов, 1973, с. 111]:

Создал я в тайных мечтах
Мир идеальной природы, –
Что перед ним этот прах:
Степи, и скалы, и воды!

Позднее, в прозаической антиутопии «Республика Южного Креста» (1905) [Брюсов, 1910], он описал гибель технократического тоталитарного государства, жители которого не выдержали прелестей существования в разгульном обществе потребления. Так что единственным прибежищем техногенного рая оставались для поэта лишь его «тайные мечты».

Однако духовное опьянение не менее чревато опасными последствиями, чем опьянение физическое: то и другое лишает нас способности видеть окружающую реальность такой, как она есть. А реальность эта, между тем, клонилась к чему-то совсем противоположному.

Две самые кровавые в истории мировые войны, не замедлившие, кстати, воспользоваться всеми плодами научно-технического прогресса, были развязаны именно в XX столетии. И побившие все рекорды жестокости тоталитарные режимы – от Гитлера до Сталина и от Мао Цзе-дуна до Пол Пота – также стали неотъемлемой принадлежностью, едва ли не визитной карточкой этого века. Он оказался свидетелем и геноцида целых народов, и бесконечной череды межэтнических и локальных войн, унёсших десятки миллионов жизней. И самая циничная преступность – от итальянских мафиози 1950–1960-х гг. до российских «отморозков» постперестроечных лет, – и пришедшаяся на последнюю его треть невиданная вспышка международного терроризма – всё это также неразрывно связано с двадцатым веком, передавшим, увы, эту мрачную эстафету веку двадцать первому.

Да, конечно, жестокость, в том числе в её крайних формах, была свойственна человеку и в минувшие, и в доисторические времена. Но тогда, по крайней мере, она находила объяснение в тех духовных потёмках, в которых пребывал наш далёкий предок, не отдававший себе настоящего отчёта ни в том, что такое чужое страдание и чужая смерть, ни в том, что люди другого племени или другой расы могут думать и чувствовать так же, как он сам. Но как объяснить эту череду преступлений и убийств «при свете дня», под мощным прожектором цивилизации? Или последняя, быть может, сама создаёт почву для эрозии нравственно-этических норм, способствуя расшатыванию вековых запретов и ограничений, которые в прошлом человек принимал без рассуждений, как непререкаемый императив?

В самом деле, уловки рационального сознания в виде всякого рода идеологических клише, представлений об «истинной» вере, о «правильном» мировоззрении, о «жизненных интересах» своего клана или своей социальной группы фактически позволяют человеку со спокойной совестью преступать древние заповеди всякий раз, когда это касается представителя другой нации или другого социального слоя, как это было, например, во времена гитлеризма или сталинской тирании.

Но, пожалуй, еще опаснее то утилитарно-потребительское отношение к природному окружению, которое диктует рациональное антропоцентричное сознание современному человеку и что особенно ярко и, вместе, цинично выразил в своём афоризме Евгений Базаров (И.С. Тургенев, «Отцы и дети»): «Природа не храм, а мастерская, и человек в ней работник». Причём работник, добавим мы, озабоченный лишь сегодняшним днем и не останавливающийся ради этого дня перед её уничтожением.

Впрочем, лучшие умы того времени, в отличие от Базарова, прекрасно понимали это ещё тогда, когда не существовало ни слова экология, ни самого этого понятия. «Теперь смотрите сюда, – пытается с помощью своей самодельной карты объяснить петербургской светской львице Елене Андреевне ситуацию в одном из дальних уездов дореволюционной России доктор Астров, герой пьесы А.П. Чехова «Дядя Ваня». – Картина нашего уезда, каким он был пятьдесят лет назад. Тёмно и светло-зелёная краска означает леса; половина всей площади занята лесом. Где по зелени положена красная сетка, там водились лоси, козы... Я показываю тут и флору, и фауну. На этом озере жили лебеди, гуси, утки. И, как говорят старики, птицы всякой была сила, видимо-невидимо: носилась она тучей. Кроме сёл и деревень, видите, там и сям разбросаны разные выселки, хуторочки, раскольничьи скиты, водяные мельницы... <...> Теперь посмотрим ниже. То, что было 25 лет назад. Тут уж под лесом только одна треть всей площади. Коз уже нет, но лоси есть. Зелёная и голубая краски уже бледнее. И так далее и так далее. Переходим к третьей части: картина уезда в настоящем. Зелёная краска лежит кое-где, но не

сплошь, а пятнами; исчезли и лоси, и лебеди, и глухари... От прежних выселков, хуторков, скитов, мельниц и следа нет. В общем, картина постепенного и несомненного вырождения, которому, по-видимому, остаётся еще каких-нибудь 10–15 лет, чтобы стать полным» [Чехов, 1983, с. 390–391].

При этом ни для Чехова, ни для его доктора Астрова не составляет секрета непосредственная связь между плачевным состоянием окружающей природы и духовным миром живущего бок о бок с ней человека, которому он выносит свой отнюдь не медицинский диагноз: «...Это вырождение, от невежества, от полнейшего отсутствия самосознания, когда озябший, больной человек, чтобы спасти остатки жизни, чтобы сберечь своих детей, инстинктивно, бессознательно хватается за всё, чем только может утолить голод, согреться, разрушает всё, не думая о завтрашнем дне...» [там же]

Но, может быть, в индустриально развитых государствах с их более устроенной и благополучной жизнью, о которой мечтает доктор Астров, сохранившуюся природу ждала иная участь? Увы, и это хорошо видно на примере США и Западной Европы конца XIX века, где вырубка лесов, распашка прерий или истребление диких зверей и птиц шли ещё более быстрыми темпами, чем в сравнительно отсталой России. А наступивший XX век привёл эти страны на грань почти полного уничтожения большинства их экосистем, превратив оба этих огромных региона в глобальные зоны дестабилизации окружающей среды на планете.

Как сказал в своём последнем телеинтервью известный российский режиссер и киноактер Ролан Быков, «природа сначала погибла в душе, в мозгу человека, в его направленной деятельности, когда природа не важна». И эти слова как нельзя лучше вскрывают глубинную причину нынешнего экологического кризиса.

Нет, нельзя сказать, чтобы современный человек был вовсе равнодушен к её красотам – для этого надо превратиться в механического робота. И там, где ему представляется возможность, он не прочь подыскать для себя уголок живописней и даже не пожалеет средств, чтобы устроиться там с максимально возможными удобствами. О том, например, как обживаются нуворишами всех мастей заповедные места России, достаточно хорошо известно.

Но это «для себя». Там же, где речь идёт о «трезвом» бизнесе, о политической борьбе либо чиновничьей карьере, природа выступает лишь как средство, где целью может быть всё, что намечает себе сам человек. А намечает он, как правило, то, что актуально для него сегодня: коммерческий успех своей фирмы, победа на очередных выборах, достижение военно-стратегического превосходства своей страны и т.п. Нетрудно заметить, что за всем этим стоят, как правило, краткосрочные, в лучшем случае – среднесрочные интересы. Переживаемые, естественно, острее, они вытесняют из сознания людей интересы долгосрочного характера, с которыми как раз и связано сохранение окружающей среды и судьба будущих поколений.

В сущности, всё это как бы «ничейная земля», территория, не имеющая своего по-настоящему озабоченного хозяина. И на этой «территории» развёртывается самая, может быть, грандиозная драма за всю историю жизни на Земле, хотя большинство людей, в особенности горожан, знает о ней больше понаслышке – из газет, из телевизионной «картинки», – а потому не принимает её слишком близко к сердцу. В её основе – далеко зашедший конфликт интересов Человека и Природы, в котором последняя шаг за шагом терпит сокрушительные поражения. Между прочим, в давно прошедшие исторические времена всё обстояло как раз наоборот, и в роли побеждённого большей частью выступал человек. Но с некоторых пор

маятник качнулся в противоположную сторону, и теперь уже он сам, на правах победителя, диктует природе свои условия, и она, одна за другой, сдаёт свои позиции (см. гл. 1).

Правда, победа эта временная или, как говорят, «пиррова», хотя потери, которые несёт в этом поединке биосфера, по большей части невозможны. Тем не менее, за почти 4 млрд лет своего существования, пережив не одну трансформацию глобальной окружающей среды (как, например, превращение восстановительной атмосферы в окислительную), биосфера всегда находила способы выживания, перестраивая генетические программы и обрезая пути развития тех видов, которые на данном этапе эту среду дестабилизировали. Вполне возможно, что в далёком прошлом в подобной роли выступили крупные динозавры, и жизнь обрезала эту тупиковую ветвь эволюции.

Но сейчас такого рода «защитные» механизмы задействованы, по-видимому, против самого человека – гораздо более мощного возмутителя окружающей среды, чем мезозойские ящеры. Рост числа генетических и врожденных аномалий, снижение иммунного статуса и репродуктивной потенции, массовая предрасположенность к диабету, повальная аллергия населения, вал психических заболеваний, особенно в развитых странах, с глубокими депрессиями и суицидальными проявлениями, да и сам конфликт человеческой «натуры» с техногенными условиями её существования – всё это вероятные признаки пагубной для человека реакции биосферы на его дестабилизирующее поведение. К тому же человек, как и вся земная биота, несёт на себе груз вредоносного влияния токсикантов и аллергенов, канцерогенов и мутагенов, которые поступают в биосферу в процессе его собственной хозяйственной деятельности.

Не менее серьёзную угрозу представляют и вызванные человеком процессы перестройки сопутствующих ему вирусных, бактериальных и грибковых сообществ, провоцирующие здесь свои «горячие» и «холодные», хоть и невидимые, межвидовые войны. И переход на человека некоторых вирусных инфекций от вытесняемых им животных (СПИД, птичий грипп, атипичная пневмония, геморрагическая лихорадка Эбола) – вероятное тому подтверждение.

Таким образом, налицо уже действующие отрицательные, или компенсирующие (стабилизирующие), обратные связи, направленные на подавление человека как источника возмущения биосферы, т.е. на разрушение её разрушителя. Правда, последний способен ещё противостоять этой губительной тенденции, опираясь на всю свою научную и технологическую мощь, но нельзя не признать, что цивилизованный мир в наши дни всё больше напоминает осаждённую крепость, едва успевающую отражать наносимые ей со всех сторон удары.

И это не только разгорающиеся то тут, то там очаги опасных инфекций, отвлекающие на себя массу сил и средств. И не только буйство разрушительных природных стихий, участвующий характер которых теперь уже прямо связывается с хозяйственной деятельностью человека. Это также и «эпидемия» техногенных аварий с нередкими экологическими последствиями и, конечно, терроризм, войны и прочие проявления нарастающей нетерпимости, «изнутри» тормозящие поступательное развитие цивилизации. Но самое, пожалуй, печальное, что все мы начинаем понемногу свыкаться с состоянием этой перманентной «осады», в условиях которой человечеству предстоит, по-видимому, существовать неопределённо долгое время. И чтобы убедиться в справедливости этих слов, достаточно включить любой выпуск телевизионных новостей, которые сплошь и рядом переполнены именно этой «черной хроникой».

А завершить этот первый блок книги, посвящённый многоаспектным проявлениям глобального кризиса, нам хотелось бы всего четырьмя словами: больная биосфера – больное общество. Но в этой паре понятий нет симметрии. Ведь цивилизация является всё-таки подсистемой биосферы, а не наоборот. И поскольку именно в ней, как мы попытались показать, кроется основной источник «болезни», нетрудно предугадать, что механизмы целого окажутся задействованы против его части. А это значит, что включившиеся жёсткие обратные связи будут, очевидно, «работать» против цивилизации – до тех пор, пока не будет устранена сама эта «болезнь». Если, конечно, однажды очнувшийся человек не положит конец своей безумной войне с природой.

Часть III

МИРОВОЕ СООБЩЕСТВО: ПОЛИТИКИ И УЧЁНЫЕ В ПОИСКАХ ВЫХОДА

7. Первые шаги ООН и миссия Римского клуба. Компьютерная модель, всколыхнувшая мир. 8. Программы изменений: Стокгольм – Рио-де-Жанейро – Йоханнесбург – Рио+20 9. На пути к системному пониманию биосферы

Глава 7. ПЕРВЫЕ ШАГИ ООН И МИССИЯ РИМСКОГО КЛУБА. КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ, ВСКОЛЫХНУВШАЯ МИР

Новые заботы послевоенного мира – Первые природоохранные акции ООН – Специфика и статус Римского клуба – Возможности экологического коллапса, проанализированные компьютером – Понятие пределов роста – Цивилизация за гранью устойчивости – Что нужно, чтобы спасти планету

Начальные симптомы, или предвестники, нынешнего глобального кризиса заявили о себе с приходом XX столетия, и некоторые выдающиеся умы того времени, как Николай Бердяев, Освальд Шпенглер, Хосе Ортега-и-Гассет, Эрих Фромм и др., не однажды пытались привлечь внимание к отдельным аспектам этой проблемы. Но две жесточайшие мировые войны, можно сказать, подмявшие под себя всю первую половину XX века, и последовавшее затем изнурительное противостояние двух социальных систем (так называемая холодная война) вытеснили из поля зрения человечества любые второстепенные, как казалось тогда, вопросы.

Начавшийся вскоре после Второй Мировой войны экономический бум и сопутствующая ему гонка вооружений с её бездумной растратой ресурсов обернулись новым, ещё более крутым витком варварского истребления природы, в которое теперь уже оказались вовлеченными и бывшие колонии – страны «третьего мира». К тому же послевоенные десятилетия ознаменовались серией испытания атомного оружия в атмосфере, а также бурным развитием химической промышленности, в том числе производством полимерных материалов, и внедрением в сельское хозяйство химических удобрений и ядохимикатов. Неудивительно поэтому, что с начала 1960-х гг. мировую общественность начинала тревожить проблема загрязнения окружающей среды и сохранения дикой природы.

В 1961 г. Экономический и Социальный Совет ООН (ЭКОСОС) принял историческую резолюцию № 810, в которой говорилось о необходимости создания всемирной сети заповедников и особо охраняемых территорий. И ещё одним важным событием в природоохранной сфере был ознаменован тот же 1961 год. Им стало создание Всемирного Фонда охраны дикой природы (WWF). Свою деятельность фонд начал с финансирования природоохранной работы на Галапагосских островах – этом уникальном памятнике природы, а в дальнейшем внёс большой вклад в сохранение многих исчезающих биологических видов. А пять лет спустя, в 1966 г., усилиями Международного союза охраны природы (МСОП, IUCN) вышла в свет первая Международная Красная книга, содержащая обширный перечень видов мировой флоры и фауны, находящихся под угрозой вымирания. Это положило начало систематической работе в данной области, а аналогичные книги, содержащие списки редких и исчезающих видов в отдельных регионах мира, были вслед за тем изданы во многих странах.

И ещё одно крайне важное мероприятие было задумано и осуществлено в те же годы под эгидой ЮНЕСКО. Это Международная биологическая программа (МБП, International Biological Program). Её реализация заняла восемь лет – с 1964 по 1974 гг. и внесла огромный вклад в изучение структуры и принципов функционирования различных экосистем. В рамках МБП были организованы многочисленные сухопутные и морские экспедиции, позволившие осуществить своего рода инвентаризацию сохранившихся природных ресурсов мира и произвести общую оценку состояния земной биосферы. А первые итоги этих исследований были подведены на состоявшейся в 1970 г. Генеральной конференции ЮНЕСКО, принявшей Международную программу «Человек и Биосфера». Программа была призвана привлечь внимание мирового научного сообщества к проблеме устойчивости биосферы в условиях антропогенного пресса.

Но не только в рамках ООН делались первые серьёзные шаги по прояснению глобальной экологической ситуации и связанных с нею перспектив мирового развития. Не менее важный вклад в понимание этой проблемы был внесён также Римским клубом – международной неправительственной организацией, объединившей политических деятелей, бизнесменов и учёных разных стран – всего около 100 членов, чья обеспокоенность судьбами мира не позволяла им наблюдать сложа руки за симптомами надвигающегося кризиса и побуждала к поиску новых путей развития. Инициатором создания клуба стал вице-президент компании Olivetti Аурелио Печчеи (Aurelio Peccei) (1908–1984). А своё название Римский клуб получил по имени итальянской столицы, где в 1967 г. в Академии Деи Линчеи состоялась встреча его учредителей.

Основная задача организации заключалась в том, чтобы, привлекая к работе ведущих специалистов в области системного прогнозирования, подойти к исследованию кризисной проблематики комплексно, во взаимосвязи всех её сфер и аспектов. Исследовательские проекты, инициируемые группой Печчеи, оплачивались рядом крупных фирм и касались различных сторон кризисного состояния планеты. Они выполнялись учёными разных стран, которые оформляли их затем в виде докладов Римскому клубу.

В то время футурология все активнее пыталась опереться на точные математические методы, и, видимо, не случайно к работе клуба в 1970 г. был привлечён профессор Массачусетского технологического института (МТИ) Джей Форрестер (J. Forrester), впервые применивший компьютерное моделирование к изучению комплексных тенденций мирового развития, включая демографический, сельскохозяйственный, промышленный и ресурсный аспекты, а также загрязнение окружающей среды (модели World1 и World2). Однако поступивший заказ Форрестер передал своему ученику – двадцатилетнему ассистенту факультета системной динамики МТИ Деннису Медоузу (Dennis Meadows). Собранный им небольшой командой молодых энтузиастов, в число которых вошла и его жена Донелла Медоуз, удалось просчитать на базе усовершенствованной компьютерной модели World3 ряд сценариев мирового развития на период с 1970 по 2100 гг.

При этом, как явствовало из поведения модели, при существующих темпах расходования ресурсов, промышленного роста и роста населения, человеческая цивилизация, будучи вынуждена направлять всё больше средств на поддержание стабильности окружающей среды, где-то во второй половине XXI века должна столкнуться с критическими пределами своего развития, чреватými экономическим и демографическим коллапсом. В 1972 г. эта работа за подписями Донеллы и Денниса Медоузов, Йоргена Рандерса и Уильяма Беренса была

представлена и опубликована в виде первого доклада Римскому клубу под названием «Пределы роста» (The Limits to Growth) [Meadows et al., 1974].

Конечно, любая компьютерная модель – это в той или иной мере упрощение и схематизация действительности, особенно когда объектом моделирования служат глобальные процессы. Но, с другой стороны, невозможность экспериментировать с реальными объектами делает её незаменимым инструментом, позволяющим «проигрывать» на компьютере различные сценарии и смотреть, к какому результату могут привести те или иные заложенные в программу исходные параметры. Вот таким инструментом в руках команды Медоуза и стала модель World3. Она оказалась значительно сложнее и глубже тех немногих существовавших в ту пору моделей, которые предназначались для оценки отдалённых перспектив мирового развития.

В число ключевых параметров в модели World3 вошли численность населения Земли, производство продовольствия, объёмы промышленной продукции, запасы невозобновимых ресурсов, уровень загрязнения окружающей среды и антропогенная нагрузка (экологический след человечества), а также блок социальных параметров – производство продовольствия, товаров и услуг на душу населения и ожидаемая средняя продолжительность жизни. И это только важнейшие из характеристик, выводимых на графики, на самом деле их значительно больше.

По меркам начала 1970-х гг. в World3 было заложено большое число перекрёстных и обратных связей, что позволяло учесть их всестороннее влияние на исследуемые процессы. Например, когда следствие начинает воздействовать на вызвавшую его причину, как это нередко и бывает в действительности. Другая особенность модели – нелинейность связей, т.е. непропорциональное увеличение или, наоборот, уменьшение одного из параметров в ответ на изменение другого, что приобретает особое значение в граничных ситуациях, когда выход за пределы наступает как бы внезапно и накопившиеся проблемы нарастают лавинообразно. Подобные нелинейности и контуры обратной связи в сочетании с системным подходом к предмету исследования, рассматривающим окружающую среду, население и экономику в их динамическом единстве, являлись важным условием жизнеспособности модели – ведь такого рода системные взаимодействия пронизывают нашу жизнь, без преувеличения, на всех её уровнях.

Вместе с тем модель World3 не знала ни войн, коррупции, преступности и терроризма, а люди, населяющие этот компьютерный мир, решали глобальные проблемы без оглядки на политическую борьбу, этническую нетерпимость и национальный эгоизм. Так что действительность представала здесь в заведомо упрощённом и идеализированном виде. Однако, как полагали авторы, все эти упрощения, в принципе, не меняли картины, поскольку целью исследования были в первую очередь не количественные характеристики, а тенденции, тренды поведения системы. Как может откликнуться она на тот или иной уровень загрязнения окружающей среды. Чем обернётся для неё истощение невозобновимых ресурсов. Каковы варианты роста численности населения, если учитывать ограниченную ёмкость биосферы и т.д.

На базе модели было просчитано 10 основных сценариев развития, каждый из которых представлял собой тот или иной тип поведения мировой системы в зависимости от изначально заданных условий. Например, в случае, если запас неразведанных ископаемых ресурсов окажется значительно больше, чем предполагают специалисты (что теоретически вовсе не исключено). Или если общество решит переориентировать экономику, подчинив её интересам

ресурсосберегающих технологий и направив в эту отрасль основную долю инвестиций. Любой сценарий характеризовался соответствующими ему численными значениями исходных данных, которые закладывались в модель для очередного «машинного прогона». Для каждого из заданных сценариев World3 просчитывала параметры уравнений (их больше двухсот) и вычисляла значения всех переменных величин на отдельные полугодия – вплоть до 2100 г. А всего для каждого из сценариев модель выдавала более 80 тысяч численных значений, что в начале 1970-х гг. было почти на пределе компьютерных возможностей [Медоуз и др., 2007].

Конечно, современных специалистов по компьютерному моделированию всем этим не удивишь, но тогда, в начале 1970-х гг., такие эксперименты с математическими моделями были внове даже для профессионалов. При этом, как уже отмечалось, внимание авторов «Пределов роста» было сосредоточено, прежде всего, на принципиальных особенностях поведения системы, актуальных для самых разных сценариев. И первая из них – *экспоненциальный рост*, служащий одной из главных причин выхода за пределы. От линейного роста, ассоциируемого с равномерным прямолинейным движением, он отличается тем, что скорость роста увеличивается одновременно с исходной величиной, численностью, объёмом и т.д. В результате рост в какой-то момент становится взрывным. Классический пример – размножение колонии дрожжей, удвоение числа клеток которой происходит каждые 10 минут, так что при максимально благоприятных условиях она способна за сравнительно короткий отрезок времени окутать всю Землю.

Другой не менее наглядный пример – колонизация Австралии популяцией кроликов, завезенных сюда в 1859 г. для спортивной охоты английским фермером. Поначалу их была всего дюжина. Но найдя здесь подходящие для себя условия – изобилие пищи, отсутствие видов-контролёров (хищников и паразитов), кролики начали стремительно размножаться, и популяция увеличилась до 22 млн особей всего за 6 лет. К 1930 г. кролики расселились уже по всему континенту, а их численность достигла 750 млн! В результате резко сократилась кормовая база овечьих стад, что серьёзно подорвало важнейшую для страны сельскохозяйственную отрасль, а поголовье овец уменьшилось вдвое. Кроме того, кролики лишали корма кенгуру и других травоядных сумчатых. Проблему удалось решить только в начале 1950-х гг., после того как «незванных оккупантов» заразили вирусом миксомы и их популяция сократилась на 90% [Майр, 1974].

Экспоненциальным был и рост населения Земли за последние 3,5 века (рис.7-1). В 1650 г., накануне промышленной революции, оно составляло около полумиллиарда людей при годовых темпах роста порядка 0,3%, что соответствует времени удвоения около 240 лет. К 1900 г. на Земле проживало 1,6 млрд человек, а годовой прирост увеличился до 0,7-0,8 %, что эквивалентно времени удвоения порядка 100 лет. К 1965 г. численность людей на Земле составляла уже 3,3 млрд, а темпы роста увеличились до 2% в год, т.е. время удвоения населения уменьшилось до 36 лет. И действительно, в 1999 г. его численность, в точном соответствии с прогнозом, достигла 6-миллиардной отметки. И хотя с конца 1980-х гг. годовые темпы прироста мирового населения пошли на убыль, абсолютное увеличение его численности сохраняется по сей день.

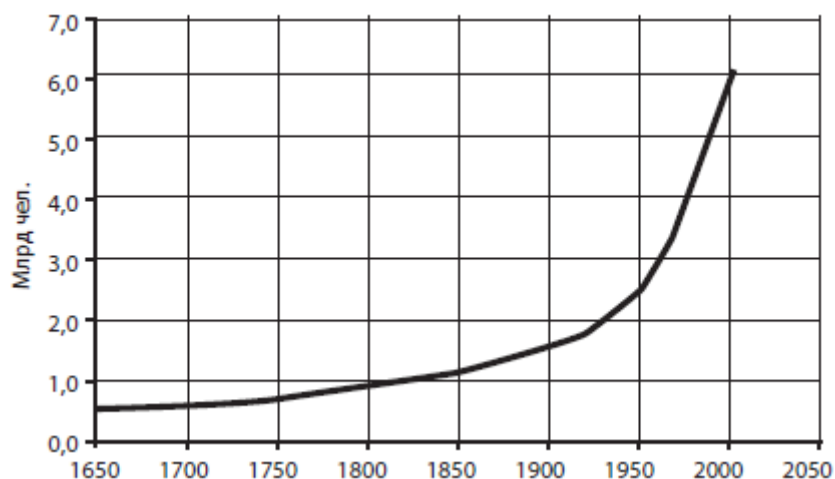


Рис. 7-1. Численность населения мира начиная с 1650 г. Источник: ООН.

Решающий вклад в этот гиперболический рост вносят в наше время экономически отсталые страны. Из графика роста населения городов развивающихся стран во второй половине XX века (рис. 7-2) видно, что среднее время удвоения городского населения в странах со слаборазвитой экономикой составляет 19 лет. Причём предполагается, что эта динамика сохранится и в ближайшие десятилетия.

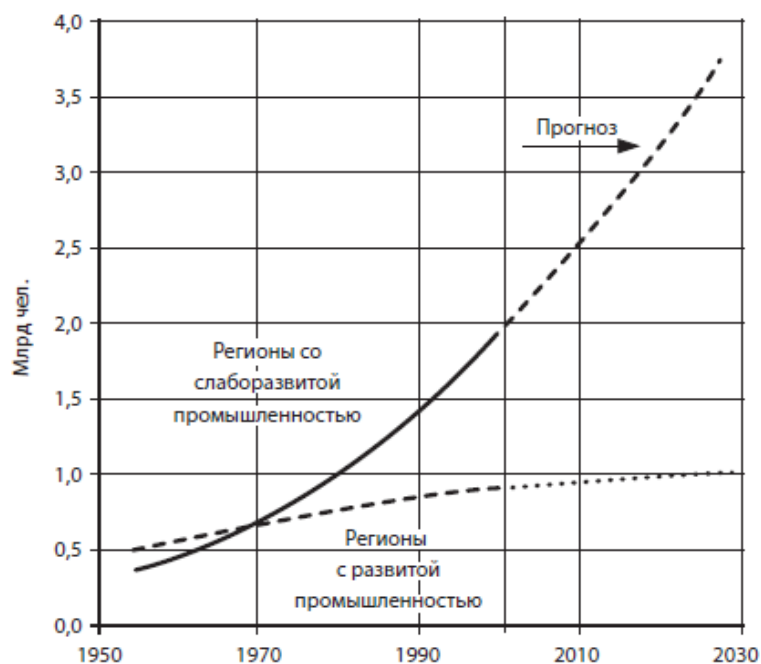


Рис. 7-2. Городское население в мире (данные 2000 г.). Источник: ООН

Но не только численность живых существ – людей, дрожжей или кроликов – имеет склонность к экспоненциальному росту. По экспоненте растёт промышленный и финансовый капитал. Заводы выпускают сталь, цемент, материалы и оборудование, станки и конвейерные установки. При этом определённая доля продукции используется в виде инвестиций в сам капитал, закладывая основы для производственного роста продукции в будущем. Можно сказать, что мы имеем дело с «рождаемостью» капитала, в результате которой создаётся не только новое оборудование, но и новые заводы. Любая коммерческая деятельность также направлена на получение прибыли, которая в свою очередь инвестируется в расширение коммерческой деятельности и в новое увеличение прибыли.



Рис. 7-3. Мировое промышленное производство. Среднегодовые темпы роста за последние 25 лет XX века составили 2,9%, что соответствует времени удвоения 25 лет. Рост производства на душу населения составил 1,3% в год, что эквивалентно времени удвоения 55 лет. Источник: ООН.

В кибернетике такое явление получило название положительной обратной связи – когда изменение любого элемента в системе приводит к цепочке результатов, способствующих ещё большему изменению исходного элемента в том же направлении: увеличение к ещё большему увеличению, а уменьшение к дальнейшему уменьшению. Так, например, повышение средней приземной температуры в результате выбросов в атмосферу двуокси углерода ускоряет таяние в зоне вечной мерзлоты, тундра при оттаивании высвобождает связанный метан, являющийся сильным парниковым газом, что провоцирует дальнейший рост глобальной температуры и т.д. – то есть запущенный однажды процесс стимулирует и подпитывает сам себя.²⁰

Конечно, для реализации экспоненциального роста нужны соответствующие условия, и препятствовать ему могут самые разнообразные факторы – от нехватки питательных веществ в случае дрожжевой культуры до социальных потрясений, войн, голода и эпидемий, если речь идёт о человеке. Но если тот или иной параметр включен в контур положительной обратной связи, это значит, что потенциально он подвержен экспоненциальному росту, т.е. исходное воздействие усиливается самой системой. Именно в этом суть «механизма» так называемого демографического взрыва, когда на фоне ослабления стабилизирующего влияния отрицательной обратной связи (снижение смертности в развивающихся странах) полномочным «хозяйном положением» сделался ничем не ограниченный контур положительной обратной связи, радикально преобразивший демографическую ситуацию на планете.

В современном обществе основными генераторами экспоненциального роста являются население и промышленный капитал. Другие его составляющие – производство продовольствия, использование ресурсов, выбросы загрязнений – тоже имеют тенденцию к экспоненциальному росту, но не потому, что они сами себя воспроизводят, а потому, что это обуславливается ростом населения и капитала. Вовлечение в экономику все больших количеств энергии и сырья по

²⁰ В природе и в технике большинство регулятивных процессов базируется на принципе отрицательной обратной связи, способствующей поддержанию стабильности той или иной системы. Суть её в том, что всякое отклонение системы от равновесия инициирует такие события, которые замедляют изменение её характеристик, и тем больше, чем дальше «ушла» система от равновесного состояния.

отношению к демографическому и промышленному росту имеет вторичный характер. Эти структурные особенности мировой системы получили отражение в модели World3.

Другой важнейшей особенностью больших динамических систем, включая мировую эколого-экономическую, является *фактор запаздывания*. Океанский лайнер, движущийся со скоростью 22 узла, не может внезапно изменить свой курс, если обнаружит впереди препятствие. И чем больше времени занимает поворот корабля, тем дальше должен видеть его радар. Лайнер под названием человеческая цивилизация обладает несопоставимо большей силой инерции, и поэтому сигналы, получаемые людьми в случае приближения к пределам, должны быть не только заблаговременно восприняты, но и правильно интерпретированы.

В своей книге «Пределы роста: 30 лет спустя» (о которой речь впереди) Медоузы и Рандерс приводят уроки так называемой «Озоновой истории» – сказке со счастливым концом, начавшейся в 1974 г. с двух публикаций американских химиков – Ш. Роуланда и М. Молины (Нобелевская премия по химии за 1995 г.), предупреждавших об угрозе разрушения озонового слоя Земли под влиянием поступающих в атмосферу хлорфторуглеродов (ХФУ). Эти безобидные, на первый взгляд, химикаты использовались в холодильных установках, бытовых аэрозольных баллончиках, при производстве поролона и пр. Подробно рассказанная, эта история могла бы стать основой остросюжетного романа, но мы обратим внимание лишь на момент запаздывания, особенно демонстративный, когда дело касается достижения критических пределов. Ведь речь шла ни больше, ни меньше, как о разрушении озонового щита планеты, защищающего всё живое от губительного воздействия жёсткого ультрафиолетового космического излучения.

От упомянутых первых публикаций, т.е. первого адекватно оцененного людьми тревожного сигнала, до подписания в 1987 г. Монреальского протокола, воздвигнувшего преграду на пути широко производства ХФУ, прошло целых 13 лет и ещё около двух лет – до вступления его в силу 1 января 1989 г. Учёным пришлось затратить немало энергии, чтобы убедить политиков и бизнесменов в реальности нависшей над человечеством угрозы. Ведь здесь крутились очень большие деньги, и чтобы найти для ХФУ подходящие озонобезопасные заменители и перепрофилировать заводы, производящие эти вещества, бизнесу нужно было пойти на серьёзные затраты. И хотя расширяющаяся «озоновая дыра» над Антарктидой, казалось бы, подтверждала правильность выводов учёных, но сейчас же были придуманы другие правдоподобные объяснения этому явлению. Скрестившиеся копыта многих фирм, политических групп и целых государств свидетельствовали о готовности любой ценой отстаивать свои корпоративные и узко национальные интересы. И потребовалось ещё 13 лет, чтобы добиться полномасштабного выполнения Монреальского соглашения, к которому, после ряда дополнений и корректировок, присоединились 157 государств, после чего запрет на производство и использование озоноразрушающих веществ приобрёл силу закона.

Но 26 лет, прошедшие после обнаружения опасных для озонового слоя последствий применения ХФУ, это только первое, обычное для человеческой деятельности запаздывание по схеме «открытие – внедрение». Второе запаздывание, уже за пределами техносферы, связанное с реакцией природы на действия человека, оказалось куда продолжительней, поскольку молекулы ХФУ, отличаясь особой долгоживучестью, очень медленно покидают верхние слои атмосферы. Дело в том, что молекулы ХФУ достигают озонового слоя примерно за 10–20 лет. При этом одна молекула ХФУ может стать катализатором для нескольких тысяч реакций разрушения молекул озона и превращения его в

обычный молекулярный кислород ($2O_3 \rightarrow 3O_2$), пока не вступит в реакцию с другими веществами (например, с метаном), на что могут уйти многие десятилетия. Так, например, срок жизни в атмосфере одного из самых распространенных ХФУ – хладагента R12, производство которого прекратилось только в 2010 г., – около 100 лет, а заправленное им оборудование всё ещё продолжает работать. Так что должно пройти немало времени, прежде чем озоноразрушающие вещества, покинув выброшенные на свалку холодильные агрегаты, вознесутся до уровня озонового слоя, а потом ещё выработают свой разрушительный ресурс. А восстановления исходной концентрации озона на уровне 1980 г. можно ждать не ранее второй половины XXI века.

После вступления в силу Монреальского протокола мировое производство ХФУ сократилось к началу 2000-х гг. с 1 млн т (1988) до 100 тыс. т в год. Однако снижение концентрации озона в атмосфере и увеличение размера озоновой дыры над Антарктидой продолжалось до 1997 г., после чего его концентрация начала медленно расти. В 2007 г., в дополнение к Монреальскому протоколу, его сторонами было принято решение об ускорении вывода из обращения группы менее опасных гидрированных ХФУ (ГХФУ). Согласно принятому обязательству, все развитые страны обязались к 2015 г. сократить производство и потребление ГХФУ на 90% (Интернет-сайт Проекта ЮНИДО/ГЭФ – Минприроды России №GF/RUS/1%₀₁ // http://www.ozoneprogram.ru/ozon_sloi/sohranenie_ozona/).

Яркой иллюстрацией к сказанному может служить динамика мирового производства ХФУ, показанная на графике (рис. 7-4). Годы с 1950-го по 1974-й отмечены быстрым ростом производства ХФУ, а его последующее кратковременное снижение – результат активности «зелёных», забивших тревогу в связи с сообщениями учёных и расширением озоновых дыр над полюсами. Однако эффект от общественного вмешательства, как видно из графика, был очень непродолжителен, его быстро сменяет новый стремительный рост производства ХФУ и ГХФУ, вызванный расширением области их применения. И только с конца 1980 гг., после вступления в силу Монреальских договорённостей на межгосударственном уровне, начинается уже необратимый спад производства хлорфторуглеродов, более отчётливый в отношении ХФУ и не столь выраженный в случае ГХФУ, которые на начало 2000-х гг. всё ещё разрешены к применению. Однако принятие в 2007 г. дополнительного решения о свёртывании их производства (на 90% к 2015 г.) позволяет надеяться на полное прекращения их выпуска в ближайшие годы [Медоуз и др., 2007].

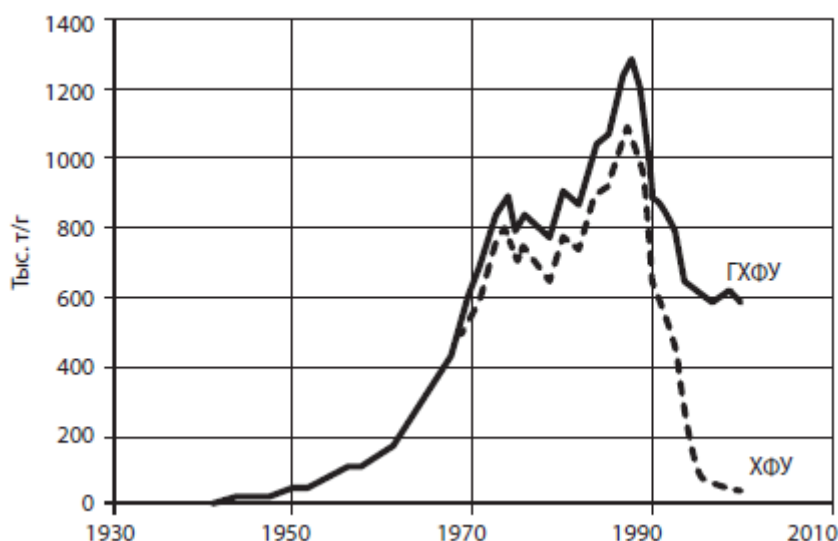


Рис. 7-4. Мировое производство хлорфторуглеродов (ХФУ)

Таким образом, фактор запаздывания – одно из фундаментальных свойств таких сложных систем, как биосфера и цивилизация. Между выбросом загрязнителя в окружающую среду и моментом, когда это начнёт сказываться на здоровье населения, проходит определённое, иногда немалое время. Требуются порой десятилетия на перераспределение инвестиций, требующееся в связи нехваткой продовольствия или деградацией почв. А чтобы на фоне снизившейся детской смертности люди перешли от традиционной многодетной семьи к двух-трёхдетной, нужно, чтобы сменились одно-два поколения. И даже если система своевременно реагирует на получаемые ею сигналы об угрозах и опасностях, она не может перестроиться в одночасье.

Так, в общей численности населения стран, переживших демографический бум, очень высока доля молодых людей. Поэтому как бы ни были успешны проводимые меры по контролю над рождаемостью, численность населения в этих странах будет расти по крайней мере ещё несколько десятилетий – пока не выйдет из детородного возраста рождённая во время демографического бума многочисленная молодёжь. И хотя количество детей в средней семье сократится, но будет расти общее число семей. Такова демографическая инерция, которая не позволит остановить рост населения в мире ни завтра, ни послезавтра. И если бы удалось каким-то чудом снизить рождаемость до уровня простого воспроизводства сразу во всех в развивающихся странах, всё равно ждать стабилизации населения Земли пришлось бы несколько десятилетий.

* * *

Вышедшие в свет в начале 1970-х гг. «Пределы роста» вызвали небывалый общественный резонанс. Книга была переведена на 35 языков и сразу стала бестселлером. Ни о каких «пределах» подавляющее большинство её читателей до той поры даже не задумывалось, наивно полагая, что человек – это одно, а Земля – другое, и что масштаб их настолько несоизмерим, что никакая человеческая деятельность повредить ей не в состоянии.

И хотя книга вызвала у специалистов немало возражений, свои семена она всё-таки посеяла и шоковое воздействие на умы – в полном соответствии с замыслом Римского клуба – оказала. Причём не только на читателей потребительского уровня, но и на капитанов крупного и среднего бизнеса. «Не в последнюю очередь мрачные пророчества “Пределов роста”, – отмечал в своём обзоре Д.М. Гвишиани, – заставили промышленность переходить к материалосберегающему производству, осваивать новые технологии, использовать вторичные ресурсы, создавать новые синтетические материалы, ввести режим экономии и т.п.» [Гвишиани, 2002].

Однако сами авторы были не слишком удовлетворены этими результатами. Ведь, несмотря на отдельные коррективы, общая тенденция мирового развития осталась прежней. «Создавая книгу “Пределы роста”, – писали они впоследствии, – мы очень надеялись, что здравое размышление позволит обществу сделать верные шаги и снизить вероятность глобальной катастрофы». Но увы: «ни одна современная политическая партия пока не оказала поддержки такой программе, и уж, конечно, ни одна из развитых и богатых стран не поступилась своим уровнем потребления, хотя они вполне могли бы уменьшить экологическую нагрузку, чтобы дать возможность бедным странам выбраться из нищеты» [Медоуз и др., 2007].

А два десятилетия спустя тот же авторский коллектив (за исключением У. Беренса) снова обратился к теме пределов в книге «За пределами роста» (Beyond the Limits). И хотя их исходные теоретические посылы остались прежними, но добавилась нота пессимизма, которой не было в начале их творческого пути. И для этого имелось достаточно оснований. Озоновые дыры над полюсами, глобальное

потепление климата, участвовавшие природные катаклизмы, растущий дефицит пресной воды, масштабное сведение тропических лесов, сокращение морского вылова рыбы – все эти тревожные звонки и звоночки, которые до поры до времени можно было как-то игнорировать, свидетельствовали о том, что человечество по многим позициям уже вышло за пределы биологической ёмкости Земли и находится вне зоны устойчивости, т.е. за пределами роста. И этот не слишком ободряющий факт авторы вынесли в название своей второй книги.

Но насколько необратим выход за пределы устойчивости и не наблюдается ли он в естественных, не зависящих от человека условиях? Да, в локальных масштабах наблюдается и даже повсеместно. Например, луговые и пастбищные экосистемы эволюционируют вместе с пасущимися здесь стадами травоядных животных, которых не заботит, конечно, поддержание экологического равновесия, и травяной покров они могут съесть подчистую. Однако об этом заботится сама природа. И если корневая система не повреждена, оставшиеся в земле корни и нижние части стеблей получают больше воды и питательных веществ, в результате чего трава вырастает снова. Стада же на время откочёвывают на другие пастбища. Так что при сохранившейся возможности миграции экосистема не разрушается, но пребывает в состоянии динамического равновесия. И с восстановлением уничтоженного растительного покрова стадо может вновь вернуться на покинутую им кормовую территорию.

Нечто похожее имеет место и в сфере человеческой деятельности, когда её выход за пределы не нарушает способности окружающей среды к самовосстановлению. Вот некоторые примеры из книги «Пределы роста. 30 лет спустя».

В истории Новой Англии (США) было несколько случаев массового закрытия лесопильных фабрик в результате истощения запасов строевого леса. Фабрики закрывались, и лесная промышленность по несколько десятилетий пребывала в состоянии «анабиоза». Когда же лес вырастал снова, лесопилки возобновляли свою работу – до тех пор, пока процесс переэксплуатации лесных ресурсов не приводил к очередному локальному кризису. А прибрежное рыболовство Норвегии прошло, как минимум, через один цикл истощения рыбных ресурсов. При этом правительство выкупало рыболовецкие суда, пуская их на металлолом, пока рыбная популяция не восстанавливалась настолько, что позволяла вернуться к традиционному промыслу [Медоуз и др., 2007]. Авторы называют это «выход за пределы и колебания» – когда разрушение возобновимых ресурсов не является необратимым и не подрывает способности живых систем к самовосстановлению.

Однако все приведенные примеры относятся к случаям локального выхода за пределы. А как поведёт себя человеческая цивилизация в целом и во что выльется превышение экологической ёмкости Земли при продолжающемся росте населения? На рис. 7-5 приведены четыре графика – четыре принципиальных возможности развития событий.

Первый из графиков (вариант *a*) описывает *непрерывный (гиперболический) рост* численности мирового населения в условиях, когда пределы ещё очень далеки, когда их как бы не существует либо они сами экспоненциально растут и отдаляются одновременно с ростом населения (чему в какой-то степени соответствовала ситуация на Земле в начале прошлого века).

Вариант *b* – *S-образная кривая*, описывающая рост численности популяций живых организмов в условиях ограниченности пищевых ресурсов и сопротивления среды, когда по мере приближения к пределу рост численности замедляется, а

затем прекращается, приходя к состоянию динамического равновесия. Применительно к человеческой цивилизации подобный вариант возможен при условии, если система (население и экономика) сознательно ограничивает себя и оперативно реагирует на сигналы о приближении к пределам. Однако для семимиллиардного населения Земли, чья численность находится уже за пределами потенциальной ёмкости планеты, такая перспектива практически уже упущена. «Простых и непреодолимых физических запаздываний, – замечают Медоуз и соавторы, – вполне достаточно для того, чтобы исключить плавный S-образный переход мировой экономической системы». Следовательно, актуальными на сегодня остаются лишь два последних графика – выход за пределы и колебания или выход за пределы и катастрофа.

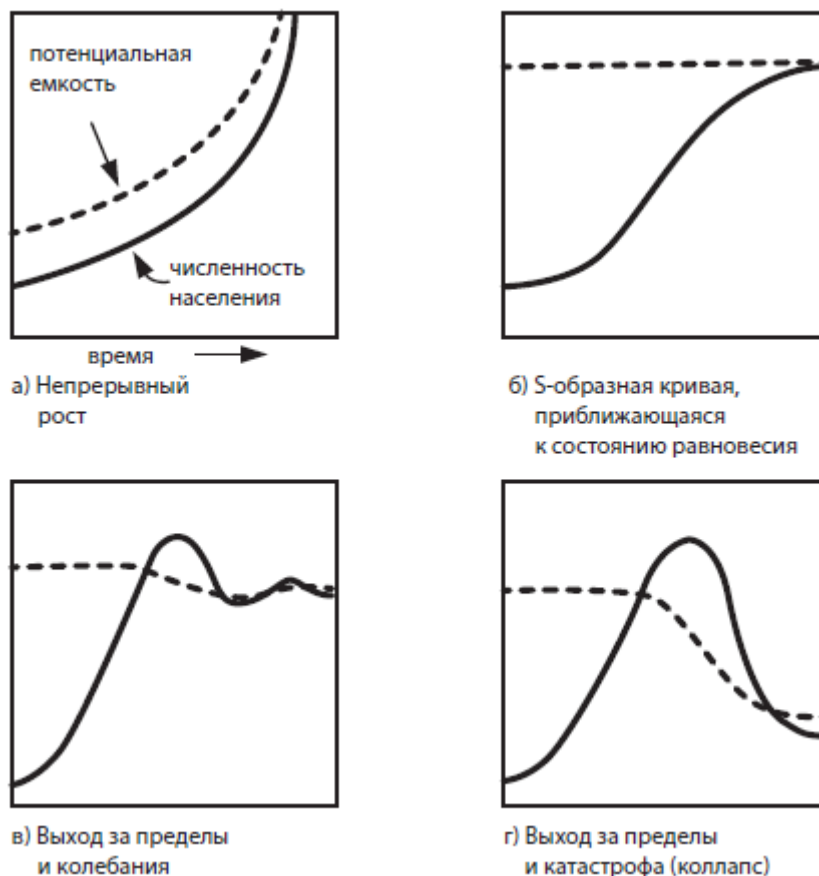


Рис. 7-5. Рост численности населения и варианты его взаимодействия с потенциальной ёмкостью Земли (по Медоузу с соавторами <http://coollib.net/b/213312/read#t66>)

Выход за пределы и колебания. Эта возможность, по-видимому, еще не потеряна для человечества, пока его выход за пределы является обратимым – как, например, в случае с восстановлением озонового слоя после прекращения выпуска ХФУ (и как это может еще произойти с парниковым эффектом вследствие сокращения антропогенных выбросов двуокси углерода). «К сожалению, пока получается так: чтобы предпринять действия в правильном направлении, человек всегда сначала выходит за пределы и лишь потом (самостоятельно или под давлением природных факторов) пытается вернуться в область устойчивости» [Медоуз и др., 2007]. Такое поведение системы, когда выход за пределы не сопровождается необратимыми изменениями планетарной окружающей среды и может быть остановлен и повернут вспять за счёт мер по её оздоровлению, показано на графике *c*. В то же время, в силу инерционности и запаздываний в системе, выход за пределы может повторяться, приобретая характер затухающих колебаний, что отражено на том же графике.

И, наконец, *выход за пределы и катастрофа*. В экологии известен принцип равновесия популяций: стабильность популяции какого-либо вида возникает как результат динамического равновесия между её биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей среды (температурные экстремумы, ограниченность пищевых ресурсов, присутствие в экосистеме хищников и т.д.). Но в случае человеческой популяции такая обратная связь не работает. Создав искусственную среду обитания, люди обеспечили себе относительную независимость от планетарной окружающей среды, а значит, и предпосылки для своего ничем не ограниченного роста, включая и материальную базу своего жизнеобеспечения. Человек как бы отделился от биосферы, что и послужило причиной его выхода за целый ряд пределов. И если что-то может остановить этот рост извне, то это глобальная экологическая катастрофа, вероятность которой возрастает также экспоненциально. Так что не приходится удивляться, что большинство просчитанных World3 сценариев где-то к концу XXI века завершаются планетарным кризисом с истощением возобновимых и невозобновимых ресурсов, эрозией обрабатываемых земель, сокращением производства продовольствия и, как следствие, обвальным падением численности населения.

В последнее время на «зелёных» страничках Интернета стали появляться советы, как свести к минимуму экологический вред, наносимый каждым из нас природе, типа «Пятьдесят простых вещей, которые помогут спасти планету»: чистите зубы при закрытом кране, сдавайте использованные банки и бутылки, покупайте аккумуляторные батарейки вместо одноразовых и т.д. «Все эти действия помогут, – не без иронии замечают авторы «Пределов роста», – все они необходимы, но их одних недостаточно. Повторно использовать банки и бутылки – идея прекрасная, но вызвать глубинное преобразование она не в состоянии» [Медоуз и др., 2007].

Так что же нужно, чтобы спасти планету? Это, прежде всего, структурные преобразования, которые, по мнению авторов, могли бы устранить самые причины выхода за пределы, генерирующие экспоненциальный рост. Например, кричащее социальное неравенство в экономически отсталых странах, где, в отсутствие стабилизирующих механизмов, уравнивающих правила игры для всех, привилегированные слои общества получают всё больше власти и ресурсов, открывающих перед ними возможности дальнейшего обогащения. В результате богатые становятся ещё богаче, а бедные ещё беднее, окончательно увязая в трясине безысходности и нищеты, которая, как известно, неотрывна от демографического роста.

Получается что-то вроде системной ловушки – когда рост воспроизводит нищету, а нищета стимулирует рост, который вынуждает к изъятию средств из цикла инвестирования и направлению их на нужды потребления – проще говоря, к их проеданию. Таким образом, оба этих фактора, будучи включены в контур положительной обратной связи, взаимно усиливают друг друга, как это показано на рис. 7-6. И есть только один способ разорвать этот порочный круг – целенаправленная инвестиционная политика, призванная обеспечить доступность образования, здравоохранения, программ планирования семьи беднейшим слоям населения, в особенности женщинам. Ведь в отсутствие привлекательной альтернативы рождению детей, когда нет возможности ни работать, ни учиться, дети становятся их главным и единственным капиталом.

Но не то же ли самое можно сказать о поляризации богатства и нищеты и в мире в целом? Богатым странам проще сохранить и приумножить свой капитал, накопленный за сотни лет экономического развития, а медленный рост

численности населения позволяет вкладывать больше средств в расширение экономики. Бедные же страны вынуждены тратить львиную долю своих ресурсов на удовлетворение неотложных потребностей растущего населения в ущерб экономическому и социальному развитию. Так что только одновременная перестройка модели потребления в развитых странах в сочетании с целевым использованием высвобождающихся средств в странах, остро в них нуждающихся, позволили бы развязать этот узел проблем, связанных с экспоненциальным ростом населения и капитала и имеющих своим следствием возрастающую нагрузку на окружающую среду.



Рис. 7-6. Нищета и численность населения [Медоуз и др., 2007]

* * *

Как мы уже говорили, «Пределы роста» встретили немало нареканий со стороны специалистов, причём сторонников представленного в ней подхода оказалось не так много. Критика звучала громче, чем голоса одобрения, хотя небывалый читательский успех «Пределов роста» побудил многих специалистов заняться усовершенствованием модели World3, а также альтернативными разработками. Так что же не устраивало несогласных?

Прежде всего, следует сказать, что среди недовольных оказались представители многих отраслей знания: экономисты, биологи, геологи, математики, социологи, политологи, науковеды и даже философы. И все они – каждый от лица своей науки – упрекали авторов в упрощенчестве. Мир не так прост, как в модели World3, говорили они и приводили примеры глобальных явлений и процессов, без учёта которых модель World3 заведомо неполна и нерепрезентативна. В ней, например, не нашёл должного отражения научно-технический прогресс (НТП), хотя внедрение новых технологий сокращает, как известно, удельное потребление ресурсов, повышая эффективность их использования и уменьшая негативное воздействие производства на окружающую среду в расчёте на единицу продукции.

Указывая на этот изъян, авторы критических выступлений говорили о необходимости, не прибегая к произвольным сценарным допущениям, описать на количественном уровне влияние НТП на ресурсные оценки и на сокращение негативных экологических последствий. Естественно, это было делом далеко не простым, и большинство критиков отдавали себе в том отчёт, зная, что многие ожидания в научно-технической сфере либо вообще не сбываются, либо реализуются с большим опозданием. А потому характер влияния НТП на мировое развитие, как и все построенные на его основе гипотезы, не отличается статистической достоверностью. В 1960-1970 гг., например, мало кто сомневался, что к началу XXI века будет освоена управляемая термоядерная энергия. Сегодня вряд ли кто-то решится делать на сей счёт какие-либо прогнозы, а многие вообще сомневаются в целесообразности её освоения: высокая водоёмкости управляемого термояда может сделать его неконкурентоспособным в сравнении с возобновляемыми источниками энергии. В то же время никто в 1970 г. не

предполагал, что через тридцать лет сотовые телефоны завоюют мир, как не ожидалось тогда и пришествие Интернета, революционизировавшего всю нашу жизнь. Стоит напомнить также про панику 1950-х гг. по поводу скорого, как тогда казалось, исчерпания запасов серебра, широко использовавшегося для производства фото- и киноплёнки, почти исключительно чёрно-белой. Проблема снялась сама собой с переходом на цветную плёнку, а затем и на цифровые технологии. И число подобных примеров можно множить и множить.

Отмечалась также самоочевидность главного вывода «Пределов роста» относительно принципиальной конечности ресурса, потребляемого растущей системой, чей объём потребления увеличивается вместе с её ростом (как это имеет место при экспоненциальном росте населения Земли). Многим же математикам модель системной динамики Форрестера, положенная в основу World3 представлялась слишком элементарной (как едко выразился однажды академик С.С. Григорян, «курсовая работа для второкурсников мехмата»).

Другим поводом для критики первого доклада Римскому клубу явилась представленная в нём концепция так называемого «нулевого роста». «Нерастущую экономику трудно вообразить, – писала газета «Нью-Йорк Таймс» от 27 февраля 1972 г., – прийти к ней гораздо труднее, и она может навсегда замкнуть бедные страны в их нищете». А президент Дж. Буш-старший высказался ещё категоричнее: «Двадцать лет некоторые говорили о пределах роста. Но сегодня мы знаем, что рост – двигатель прогресса. Рост – друг окружающей среды» (Цит. по [Медоуз и др., 2007]).

Чего больше в этом высказывании – популизма худшего свойства, отдающего предпочтение сиюминутным интересам перед тем, что «трудно вообразить», поскольку это касается не нынешнего, а будущих поколений (в полном соответствии с известной формулой «после нас – хоть потоп»), или нежелания понять всю серьёзность нависшей над человечеством угрозы? Но, с другой стороны, нельзя также не учитывать присущих большинству людей экспансионистских устремлений – к расширению своих владений, своего материального благосостояния, своего бизнеса и т.д., с которыми понятия «пределы роста» и «нулевой рост» действительно плохо состыковываются. Как, впрочем, и со стратегией самой жизни, которая базируется на сочетании экспансии с устойчивостью. Так что не стоит, по-видимому, удивляться сопротивлению, которое встречает идеи Д. Медоуза с соавторами относительно нулевого и, тем более, отрицательного роста. Но если в начале 1970-х годов они обладали силой новизны, которая это сопротивление отчасти заглушала, то впоследствии, когда новизна поблёкла, человеческая «натура» взяла своё и в очередной раз вступила в конфликт с объективными природными закономерностями.

Но не будем дискутировать о том, что правильнее: «рост – двигатель прогресса» или «прогресс – двигатель роста». Всё дело в том, как понимать слова *рост* и *прогресс*. Ведь в контексте работ Медоузов и его команды под ростом понимается, прежде всего, его материальная сторона, измеряемая физической массой и энергией. Именно для такого роста и выявляются пределы. К сожалению, многих критиков концепции пределов роста, включая и 41-го президента США, никакой иной рост, по-видимому, и не интересует. В то же время духовная сущность человека с необходимостью предполагает также и его культурное развитие, углубление научных знаний, совершенствование социальных отношений, философские и религиозные искания и т.д. И для подобного роста, обеспечиваемого сравнительно ничтожными материальными затратами, никаких пределов, по-видимому, не существует. Так что нулевой рост – это вовсе не

остановка развития, а, прежде всего, нулевой прирост негативного воздействия на природу.

Однако в свете грозящей биосферной катастрофы правомерен и вопрос другого рода: а следует ли именно рост помещать в фокус проблемы? Ведь угрозу представляет не рост сам по себе, а деформации и разрушения, которые ему сопутствуют. Сосредоточив внимание на последних, неотрывных, увы, от современной цивилизации, точнее – на пределах этих разрушений, мы переводим проблему в более конструктивное русло, позволяющее иметь дело с какими-то конкретными ориентирами. Причём не только в экологической, но и в социо-медицинской и социо-гуманитарной сферах. Потому что они также таят в себе немало угроз существованию человечества. Это и подрыв популяционного здоровья вида *Homo Sapiens*, и набирающие силу деструктивные социальные процессы, и многое другое, без чего невозможно вести речь о каком бы то ни было устойчивом развитии. А, кроме того, в отличие от «пределов роста», понятие «пределы разрушения» созвучнее человеческой натуре, которой всё же свойственно оглядываться на дело рук своих, включая и разрушительные последствия собственной деятельности.²¹

В 2004 г. тот же коллектив авторов (за исключением В. Беренса) снова обратился к теме пределов и выпустил ещё одну, уже упоминавшуюся версию своей книги под названием «Пределы роста. 30 лет спустя» с более глубоким обоснованием тезиса о принципиальной конечности ресурсного потенциала Земли и более широкой панорамой кризисных явлений в современном мире. Много воды утекло с момента выхода первого издания, и это позволило не только привлечь накопившийся богатейший научно-информационный ресурс, но и сравнить траекторию мирового развития с теми её вариантами, которые рассматривались в 1972 г. При этом обнаружилось на удивление точное совпадение показателей реального развития с инерционным сценарием начала 1970-х гг.

О чём это говорит? Прежде всего о том, что человечество так и не приняло серьёзных мер для обеспечения стабильности мирового развития. И даже сегодня, по прошествии сорока с лишним лет после выхода первого издания, глобальные характеристики окружающей среды продолжают ухудшаться (единственное обнадеживающее на этом фоне событие – прекращение производства озоноразрушающих веществ и рост концентрации озона в атмосфере). Именно по этой причине инерционный сценарий 1972 г. оказался столь близок к реальности. И, следовательно, характер научно-технологических нововведений за прошедший период в целом соответствовал инерционному развитию, а имеющиеся исключения – возобновляемая энергетика и энергосбережение – общей картины не меняют и совершенно недостаточны для того, чтобы корабль цивилизации действительно изменил свой курс. И это, может быть, главный урок, который могло бы извлечь человечество из ретроспективной оценки первого доклада Римскому клубу, но так, увы, и не извлекло.

Справедливости ради следует упомянуть и другие, альтернативные модели мирового развития, разработанные вслед за пионерным исследованием Медоузов с соавторами. В частности, во втором докладе Римскому клубу «Человечество на перепутье» (1974) М. Месарович и Эд. Пестель выдвинули идею так называемого «органического роста», согласно которой отдельные регионы мира, будучи гармонично скоординированы между собой, развиваются каждый в соответствии со своей собственной спецификой, сообразуясь в то же время с интересами целого (некая аналогия с развитием живого организма) [Пестель, 1988]. Однако в

²¹ Подробнее о концепции пределов разрушения см. [Данилов-Данильян, 2003].

отношении методологии моделирования второй доклад оказался ещё уязвимей, чем первый, а вовлечение больших объёмов информации по регионам мира и усложнение моделей не привели к получению существенно новых результатов. Но, главное, ни этот, ни последовавшие за ним доклады Римскому клубу уже не вызвали такого резонанса, как «Пределы роста», которые в начале 1970-х гг. прозвучали, как удар колокола, как предупреждение опьянённому успехами цивилизации человечеству о том, куда эти успехи могут его завести.

Сегодня и модель World3, и книги, вышедшие из-под пера её авторов, изучают студенты многих университетов мира. Неоспоримо влияние этих работ и на деятели старшего поколения – политиков, бизнесменов, учёных, от решений которых во многом зависит завтрашний день планеты. Впрочем, авторы не питают на сей счёт особых иллюзий. Ведь речь идёт о перестройке сознания целых народов, об изменении системы ценностей, жизненных ориентиров и стимулов, заставляющих людей «тратить природные ресурсы расточительнее, чем деньги» – словом, о смене вектора развития цивилизации, подстать той, что имела место во времена неолитической и промышленной революций. Но если первая заняла не одну тысячу лет, а вторая более сотни, то на экологическую революцию человечеству отпущено всего несколько десятилетий.

«Время – это, пожалуй, последний предел в модели World3, и в «реальном мире» тоже, – говорится в книге «Пределы роста. 30 лет спустя». – Если бы у человечества времени было сколько угодно, то, по нашему мнению, способность справляться с проблемами была бы практически неограниченной» [Медоуз и др., 2007]. А эксперименты с моделью World3 убедительно показывают: чем дальше откладывает мир принятие решительных мер по стабилизации окружающей среды, тем больше сужаются его возможности перехода к устойчивому развитию. И то, что вчера ещё могло привести к успеху, завтра может не дать никакого результата.

В 2001 г. не стало Донеллы Медоуз, бывшей душой этого маленького коллектива. И хотя последнюю их книгу она так и не увидела напечатанной, но именно ей в первую очередь обязаны авторы гуманистической составляющей своего труда, включением в его контекст таких, казалось бы, далёких от их профессиональной сферы понятий, как дисциплина, способность к предвидению, «чувство ответственности, общности и любви», на которые они возлагают, быть может, главную свою надежду. В предисловии к последней части своей «трилогии», приуроченной к тридцатилетию выхода «Пределов роста», Деннис Медоуз и Й. Рандерс писали, что планируют к сороковой годовщине выпустить ещё одну книгу – «Пределы роста. 40 лет спустя». Но планы переменились, и четвёртой книги не будет. Как признался Деннис Медоуз, нет смысла снова описывать сценарии будущего, поскольку, при всех разумных допущениях, это сценарии коллапса...

Напоследок хотелось бы сказать несколько слов ещё об одном сценарии, который не закладывался в машину Д. Медоузом и его командой, но о возможности которого забывать всё же не следует, особенно в преддверии грозящей экологической катастрофы. С точки зрения традиционных жанров его можно было бы назвать классической антиутопией. Но эта такая антиутопия, вероятность которой с годами всё более возрастает. Речь идёт о тотальном управлении поведением людей, которое позволило бы сравнительно легко решить большую часть проблем перенаселённости Земли и деградации биосферы.

Сделать человека полностью управляемым можно, например, вживив в его организм соответствующий микрочип, что через несколько десятилетий будет

столь же простой процедурой, как противокоревая или противооспенная прививка. Такой управляемый индивид станет обзаводиться потомством только тогда, когда это сочтёт целесообразным контролирующая его система. И она же избавит его от соблазнов гиперпотребления: таких желаний у него просто не возникнет. При этом он будет пунктуально соблюдать все правила энергосбережения, экономии воды и пр. и безропотно уйдет в небытие тогда, когда это понадобится системе. В отличие от техногенного регулирования окружающей среды, подобная программа в не столь отдалённом будущем окажется не только реализуема технически, но и не слишком затратной, и сможет рассматриваться как вполне приемлемая альтернатива экологической катастрофе.

Что же до методов психологического зомбирования, то технологии такого рода (прежде всего, с помощью «телеящика») уже сегодня могут считаться достаточно отработанными и, в принципе, способными подготовить «массового человека» к принятию подобного «пути развития». Проблема здесь не столько даже техническая или экономическая, сколько моральная и социально-политическая. Ну, а в чьих интересах будет осуществляться такое массовое «управление», говорить излишне: была бы отработана методика, а желающие овладеть ею в своих узко корпоративных целях всегда найдутся.

Впрочем, было бы глубоким заблуждением думать, что описанный сценарий может оказаться спасительным для человечества, если, конечно, считать «человечеством» ту структуру, которая в этом случае возникнет. Дело в том, что даже не с моральной, а с теоретической точки зрения (о чём пойдёт речь в следующих главах) такие сложно организованные и, вместе с тем, жёстко скоррелированные системы долго не живут, деградируя и распадаясь в самом непродолжительном времени. Так что в случае искусственно созданной сверхтоталитарной структуры время её существования составит едва ли больше нескольких десятилетий. И лишь демократическое общественное устройство с глубоко укоренёнными демократическими институтами и чётко выраженными образовательными и культурными приоритетами способно защитить человечество от этой мрачной угрозы, как, впрочем, и дать ему шанс распутать клубок проблем, порождённых глобальным экологическим вызовом.

Глава 8. ПРОГРАММЫ ИЗМЕНЕНИЙ: СТОКГОЛЬМ – РИО-ДЕ-ЖАНЕЙРО – ЙОХАННЕСБУРГ – РИО+20

Экологические заботы выходят на международный уровень – Стокгольмская конференция и её непрямые следствия – Становление экологического сознания – Комиссия Брундтланд как ступенька к Конференции в Рио – Устойчивое развитие – рождение термина – О чём умолчала КОСР-2 – Йоханнесбург: саммит неоправдавшихся надежд – Рио плюс 20 или Рио минус 20 – Человечество ещё не готово к переменам

В 1968 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла решение о созыве в 1972 г. в Стокгольме Конференции ООН по окружающей среде, на которой предполагалось обсудить ряд проблем, вызывавших глубокую обеспокоенность мировой общественности. Сюда входили и растущая опасность ядерных конфликтов, и продолжающаяся гонка вооружений, и, наконец, прогрессирующая деградация окружающей среды, обусловленная ростом производства и потребления и быстрым увеличением численности населения планеты. Конференции предшествовал Международный семинар по окружающей среде и развитию, состоявшийся в 1971 г. в альпийском курортном городке Фун (Швейцария), которому суждено было стать своего рода первым «полустанком» на пути к достижению глобальной устойчивости. Именно здесь впервые было заявлено о существовании всеобщей экологической угрозы и об актуальности этой проблемы для стран «третьего мира». Но главное – семинар подготовил почву для проведения Стокгольмской конференции, собравшейся в 5–16 июня 1972 г.

Конференция заявила во всеуслышание о том, что давно уже вызывало тревогу в научных кругах, – о глубоком экологическом неблагополучии, сложившемся не только в отдельных регионах, но и на планете в целом. Как и в первом докладе Римскому клубу, было подчеркнуто, что развитие цивилизации нельзя рассматривать в отрыве от окружающей среды и что одно неотделимо от другого. Вместе с тем, было признано, что линия мирового развития как способа удовлетворения растущих потребностей человечества вошла в глубокий конфликт с окружающей средой, что удалось продемонстрировать на компьютерных моделях в «Пределах роста», а также подтвердить на материале развернувшихся в те годы многочисленных научных наблюдений, включая спутниковые данные.

Стокгольмская конференция приняла Декларацию, провозгласившую 26 принципов, которыми рекомендовалось руководствоваться мировому сообществу. При этом проблемы мирного сосуществования, экономической отсталости стран «третьего мира», социального неравенства и экологического неблагополучия на планете были в этом документе впервые рассмотрены комплексно. А в противовес идеологическому и военному противостоянию был выдвинут тезис об охране окружающей среды в интересах нынешнего и будущего поколений. «В ходе долгой и мучительной эволюции человечества на нашей планете, – говорилось в преамбуле Декларации, – была достигнута такая стадия, на которой в результате ускоренного развития науки и техники человек приобрёл способность преобразовывать многочисленными путями и в невиданных до сих пор масштабах свою окружающую среду. Оба аспекта окружающей человека среды, как естественной, так и созданной человеком, имеют решающее значение для его благосостояния и для осуществления основных прав человека, включая даже право на саму жизнь» [Декларации ООН].

И хотя документы и решения Стокгольмского форума не имели обязательного характера и не предполагали процедуру ратификации отдельными государствами, резонанс его был столь велик, что положил начало созданию широкой сети национальных природоохранных структур, а также дал мощный импульс развитию

природоохранительного законодательства в большинстве стран мира. Эти годы отмечены также становлением так называемого «зелёного» общественного движения, охватившего одну за другой многие государства. Что же касается прямых результатов Конференции, то здесь, прежде всего, следует назвать специальную Программу ООН по окружающей среде (UNEP) и созданный для её реализации постоянно действующий Координационный совет (департамент ООН по окружающей среде), штаб-квартира которого разместилась в Найроби (Кения).

Таким образом, начиная с 1972 г. деятельность по охране окружающей среды приобретает широкий размах, а её главным направлением становится борьба с загрязнениями. Только прямые затраты на эти цели в последующее двадцатилетие составили по всему миру около 1,5 трлн долларов [Данилов-Данильян, Лосев, 2000]. Огромные средства развитых стран были вложены в модификацию так называемых «грязных» технологий и в атомную энергетику, по представлениям тех лет более экологически чистой и достаточно безопасную.

Однако разрозненные, нескоординированные усилия по охране окружающей среды не могли кардинально повлиять на опасный крен мирового развития. Все явственнее ощущалась потребность в единой для всего мирового сообщества программе действий. И такая программа была создана, а ступенькой к ней послужила сформированная в 1983 г. под эгидой ООН Международная Комиссия по окружающей среде и развитию, вошедшая в историю как Комиссия Брундтланд, по имени возглавившей её норвежской политической деятельницы Gro Harlem Brundtland (более правильная транскрипция её фамилии – Брунтланн).

В задачи Комиссии входили подготовка предложений по долгосрочной стратегии в области охраны окружающей среды и формулирование целей, которые послужили бы ориентиром для разработки комплекса практических действий отдельными государствами мира. В 1987 г. программный доклад Комиссии Брундтланд – в работе над ним приняла участие большая группа международных экспертов – был опубликован под названием «Наше общее будущее» [1989] (*Our Common Future*) и переведён на все основные языки мира.

Не используя слова «кризис», авторы доклада фактически охарактеризовали состояние биосферы как кризисное, и в этом же ключе была обрисована и демографическая ситуация на планете. Но, признавая необходимость определённых ограничений в области эксплуатации природных ресурсов, они сочли эти ограничения не абсолютными, а относительными, т.е. зависящими от уровня развития техники и от существующих социальных отношений. И только при условии их дальнейшего совершенствования и контроля перед человечеством откроется возможность вступления в новую эру экономического роста.

Не говоря уже о сомнительности подобного постулата (о чём будет сказано ниже) не получил в докладе должной оценки и процесс исчезновения экосистем. А биота была фактически приравнена к экономическому ресурсу, хотя и обладающему, помимо экономической, ещё и этической, эстетической и культурной ценностью.

Но если Комиссия Брундтланд не решилась заявить о полномасштабном экологическом кризисе, то в книге ведущих экологов и экономистов «Экологически сбалансированное устойчивое экономическое развитие: дополнение к Брундтланд» под редакцией Р. Гудлэнда, Г. Дейли и С. Эль Серафи, изданной в 1991 г. ЮНЕСКО, об этом было сказано уже в полный голос. Глобальная экосистема, говорилось в ней, служит стоком для загрязнений, создаваемых экономической подсистемой. Однако в силу чрезмерного роста и расширения

размеры этой последней оказались слишком велики относительно биосферы, в результате чего ёмкости биосферных источников и стоков находятся в состоянии непрерывного стресса. И если до недавнего времени человек мог строить свою хозяйственную деятельность без оглядки на адаптивные возможности биосферы, а мир представлялся ему чем-то вроде бездонного резервуара, способного поглотить любое количество хозяйственных отходов, то теперь эра «пустого» мира кончилась, и на смену ему пришла эпоха мира «заполненного» [Environmentally..., 1991].

* * *

И доклад Комиссии Брундтланд, и «Дополнение к Брундтланд» легли на стол собравшейся 3-14 июня 1992 г. в Рио-де-Жанейро Конференции ООН по окружающей среде и развитию (КОСР) в качестве её рабочих материалов. Это была действительно всемирная конференция, каких история ещё не знала. В ней приняли участие представители 174 стран, в том числе 114 глав государств и правительств, 1600 неправительственных организаций и бесчисленное число журналистов. В это же время в Рио-де-Жанейро проходил «Глобальный форум» по экологическим проблемам, собравший около 9000 различных организаций и 29 тыс. индивидуальных участников, а также 450 тыс. гостей и наблюдателей, приехавших по собственной инициативе. Так что право на название Earth Summit (Саммит Земли) это мероприятие получило вполне заслуженно [United Nations Conference..., 1992].

Несомненным достижением Конференции явился сопутствовавший ей интеллектуальный процесс, широкая дискуссия и обмен мнениями, в ходе которых получил всеобщее признание постулат стратегического значения, что проблемы окружающей среды и развития не могут более рассматриваться отдельно. КОСР убедительно продемонстрировала органическую взаимосвязь между состоянием окружающей среды, нищетой и отсталостью значительной части стран «третьего мира», а также порочной системой производства и потребления в большинстве развитых стран. Давление растущего населения на природу, потребление энергии и изменение климата, торговля тропической древесиной и опустынивание – все эти аспекты глобальной и региональной экологии были обсуждены на таком уровне и привлекли к себе внимание в таких масштабах, о которых во времена Стокгольма нельзя было даже мечтать.

Но, пожалуй, наиболее значимым результатом Конференции стало введение в широкий оборот термина *устойчивое развитие* (Sustainable Development), которое мыслилось как альтернатива прежнему, природоразрушительному курсу цивилизации. Вот как трактуется это понятие в формулировке Комиссии Брундтланд: «Устойчивое развитие это такое развитие, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [Наше общее будущее, 1989].

Предложенная КОСР концепция устойчивого развития опиралась на доклад Комиссии Брундтланд и включала в себя следующие основные положения:

- во главу угла устойчивого развития должны быть поставлены люди, имеющие право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой;
- охрана окружающей среды должна стать неотъемлемым компонентом процесса развития и не может рассматриваться от него в отрыве;
- задача сохранения окружающей среды включает в себя не только нынешнее, но и на будущие поколения;
- уменьшение разрыва в уровне жизни между странами, искоренение бедности и нищеты принадлежат к числу важнейших задач мирового сообщества;

– чтобы перейти на рельсы устойчивого развития, государства должны пересмотреть не способствующие ему модели производства и потребления [Шлихтер, 1996, с. 59–68].

В ходе Конференции был принят ряд документов, важнейшие из которых – *Декларация по окружающей среде и развитию* и *Повестка на XXI век* (план действий по достижению экологически устойчивого развития).

Декларация отразила эволюцию представлений об экологической проблематике за 20 лет, прошедших после Стокгольмского форума. Эти представления, или принципы, были рекомендованы в качестве руководства при разработке планов перехода к устойчивому развитию как для всего мирового сообщества, так и для отдельных государств.

Так, например, принцип 1 постулирует ведущую роль населения в деле реализации устойчивого развития. При этом государство является гарантом обеспечения качества окружающей среды и несёт ответственность за нанесённый ей вред перед другими странами (принцип 2). Особо подчёркивается неразрывность целей социально-экономического развития с интересами сохранения окружающей среды, как для нынешнего, так и будущего поколений (принципы 3–5). Большое значение придаётся участию общественности в решении экологических проблем (принцип 10) и развитию экологического законодательства (принцип 11).

Особый пункт Декларации посвящён принципу экологической предосторожности: «В тех случаях, когда существует угроза серьёзных необратимых экологических нарушений, отсутствие полной научной определённости не должно использоваться в качестве оснований для того, чтобы откладывать принятие экономически эффективных мер по предотвращению экологической деградации» (принцип 15). Кроме того, государствам рекомендуется использовать экономические механизмы в деле охраны природы, включая плату за загрязнение (принцип 16), а также механизм экологической экспертизы для оценки вредных для окружающей среды последствий планируемой деятельности (принцип 17), оповещение других государств о стихийных бедствиях и технологических авариях, чреватых трансграничными последствиями (принцип 18), и т.д. [Декларации ООН, Рио-де-Жанейрская декларация...].

Другим важнейшим документом саммита явилась развёрнутая Повестка на XXI век. Если в Стокгольмском плане действий подавляющая часть рекомендаций относилась к пяти проблемам (оценка и управление окружающей средой, выявление глобальных загрязнений, экологическое образование, культура и информация; развитие и окружающая среда), то в Повестке на XXI век акценты смещены в сторону социального и экономического развития, справедливости и международного сотрудничества. «Повестка» включает более 100 программ, охватывающих широкий диапазон проблем – от преодоления нищеты до усиления роли общественности в решении экологических задач.

Однако некоторые важные аспекты – такие, как структура потребления, как долг развивающихся стран или экспорт опасных отходов – оказались, к сожалению, представлены очень слабо либо вообще выпали из поля зрения авторов. Тем не менее, Повестка на XXI век явилась как бы эталоном для национальных программ перехода к устойчивому развитию, разработать которые КОСР рекомендовала всем государствам мира. В настоящее время они имеются более чем у ста стран (в России такая программа всё ещё не принята, хотя её проект был разработан ещё в 1997 г.).

Нельзя не сказать, однако, и об оборотной стороне медали, о чувстве разочарования результатами Конференции в Рио, которая не смогла по-настоящему подняться на уровень тех задач, которые перед ней стояли. Особенно заметно в общем критическом хоре прозвучали голоса таких авторитетных специалистов, как Эрнст фон Вайцзеккер, Герман Дейли, Донелла и Денис Медоузы и многие другие.

Глубокую неудовлетворённость оставили, прежде всего, некоторые итоговые документы этого эпохального форума. Так, наряду с констатацией глобальных изменений окружающей среды – уничтожения лесов, сокращения биоразнообразия, опасных климатических сдвигов, – ни в одном из них не был признан тот факт, что планета фактически уже вступила в фазу полномасштабного экологического кризиса и что кризис этот требует радикального пересмотра существующих принципов мирового развития. А главное – не было предпринято попытки выработать научно обоснованную стратегию такого развития и подвести под него серьёзную теоретическую базу. Скорее, наоборот, в своём понимании обсуждаемых проблем большинство участников Конференции исходило из чистой эмпирики, опираясь на накопленный опыт прошлого. А опыт этот, казалось, уже не раз демонстрировал широчайшие возможности человечества в развязывании всевозможных тугих узлов с помощью достижений научно-технического прогресса или совершенствования социальных и экономических институтов.²² И в расчёте на такие, казалось бы, проверенные инструменты участники Конференции, видимо, и попытались приспособить этот оправдавший себя предшествующий опыт к сегодняшнему дню, полагаясь на решение принципиально новых для цивилизации задач с помощью структурной и технологической перестройки промышленности, внедрения малоотходных технологий и других многократно обкатанных за предшествующие десятилетия приёмов [Данилов-Данильян, Лосев, 2000].

А, между тем, во второй половине XX века человечеством было сделано открытие такого значения, что на его фоне стало уже невозможно мыслить прежними категориями: *оно «открыло» для себя окружающую среду*. Игнорируя её на протяжении многих столетий как нечто внешнее, имеющее к нему лишь косвенное отношение, человек обнаружил вдруг, что среда эта самым непосредственным образом связана со всеми без исключения сторонами его бытия, начиная с мировой экономики и кончая состоянием его здоровья. И что её функционирование подчиняется своим собственным, имманентным законам, с изучением которых люди запоздали лет этак на сто, войдя в результате в трудноразрешимый конфликт с природой. Именно эту кардинально новую реальность, видимо, и не учло большинство участников Конференции, механически подверстав всё то, что было наработано за последние полтора столетия, к сегодняшней, принципиально иной ситуации.

* * *

В соответствии с решениями в Рио-де-Жанейро следующий Всемирный саммит по устойчивому развитию решено было провести через десять лет. После примерно трёхгодичной подготовки он открылся в августе 2002 г. в Йоханнесбурге (ЮАР) и почти не уступал Конференции в Рио по количеству участников и по представительности. Но если с КОСР-1 у мировой общественности связывались

²² Вспомним в этой связи серию реформ администрации президента Ф. Рузвельта в области охраны труда, социального обеспечения, налогообложения и банковского дела, радикально изменившие социально-экономический ландшафт Соединенных Штатов Америки, что позволило за несколько лет вырвать страну из тисков глубочайшего кризиса. Или послевоенную Западную Германию, волшебным образом возрожденную из руин благодаря американской финансовой помощи и тщательно продуманной экономической и социальной программе министра экономики Л. Эрхарда (так называемое «германское экономическое чудо»).

большие ожидания, то этого, к сожалению, нельзя было сказать о «Рио+10», во многом по причине крайне незначительного прогресса, достигнутого в области устойчивого развития за прошедшее десятилетие. И скепсис оказался оправданным, оснований для разочарования было более чем достаточно. Как сказано по этому поводу в Йоханнесбургской декларации по устойчивому развитию (п. 13), «глобальной окружающей среде до сих пор наносится ущерб. Продолжается потеря биологического разнообразия и истощение рыбных запасов, опустынивание поглощает всё больше плодородных земель, пагубные последствия изменения климата уже очевидны, стихийные бедствия становятся всё более частыми и всё более разрушительными, развивающиеся страны становятся всё более уязвимыми, а загрязнение воздуха, воды и морской среды продолжает лишать миллионы людей достойной жизни» [Декларации ООН, Йоханнесбургская декларация...].

На Саммите было принято два основных документа – уже упоминавшаяся Декларация и План выполнения решений Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию.

Ведущее место в обоих документах было отведено бедности как главному фактору социальной нестабильности, преступности и нравственного разложения. Нищета порождает чувство безысходности и апатии, а с ним и тотальную безответственность в отношении к природе, обществу, наконец, к собственным детям, которые, оказавшись на социальном дне, получают извращённое представление об окружающем мире и сами становятся асоциальными личностями. В то же время бедность неразрывно связана со слабостью экономики, с проблемой занятости. Ведь безработица – один из главных факторов социальной деградации. Но поскольку подавляющее число рабочих мест в современном производстве, а тем более в управлении, требует квалификации и образования, доступность последнего является непременным условием искоренения бедности. Поэтому в Йоханнесбурге было предложено государствам разработать национальные программы, предусматривающие более широкий доступ бедной части населения к производственным ресурсам, кредитованию и образованию, а также равенство всех членов общества в получении образования и при устройстве на работу [Марфенин, 2007, с. 583–584].

В Плате содержится и ряд других важных рекомендаций из области социальной и экологической сфер: обеспечение бедным слоям населения доступа к сельскохозяйственным ресурсам, включая бесплатное ознакомление с методами устойчивого ведения сельского хозяйства; передача развивающимся странам технологий дешёвой энергетики (получение энергии из биомассы, ветрогенераторы, малые гидроэлектростанции и пр.); разработка методов рациональной хозяйственной деятельности, препятствующих деградации земель и водных ресурсов, и т.д. [ООН. Йоханнесбургский план...]. Саммит признал также необходимость коренных изменений в сложившейся системе производства и потребления и призвал страны поощрять модели потребления и производства, которые не наносили бы вреда окружающей среде и не подрывали природную ресурсную базу. Впервые на таком уровне была рассмотрена и проблема глобализации со всеми её позитивными и негативными следствиями для различных стран и регионов мира.

Но если на Конференции в Рио, а также в ходе её подготовки были сделаны первые, хоть и неуверенные шаги к разработке научно обоснованной концепции устойчивого развития, то Йоханнесбургский саммит предпочёл уклониться от рассмотрения подобных вопросов. Сосредоточившись на отдельных, пусть даже и весьма актуальных проблемах современности – таких, как дефицит пресной воды,

продовольственное обеспечение, энергетика, сохранение биоразнообразия, – он как бы продемонстрировал всем своим настроем, что для разрешения насущных проблем человечества нужны не столько глобальные программы и планы, сколько непрерывно предпринимаемые конкретные практические шаги. Как сказал в своём выступлении Генеральный секретарь Всемирного саммита Нитин Десаи, «с самого начала Йоханнесбургского процесса мы сознавали, что в Йоханнесбурге не предвидится подписания каких-либо новых договоров или каких-либо крупных прорывов на отдельных направлениях» [ООН, Йоханнесбургская встреча на высшем уровне, 2002].

И действительно, многие из согласованных целевых показателей были утверждены ранее на совещаниях более низкого уровня – в ходе разработки Целей развития тысячелетия, принятых в соответствии с решением Генеральной ассамблеи ООН 8 сентября 2000 г. и во исполнение её Декларации тысячелетия [Декларация..., 2000]). Основное же внимание Саммита было сосредоточено на согласовании всевозможных конкретных планов, целей и графиков. «Я знаю, – сказал в заключительном слове Десаи, – что многим хотелось бы, чтобы результаты были более значительными, однако для выполнения и этих обязательств потребуется выделение новых дополнительных ресурсов» [ООН, Йоханнесбургская встреча на высшем уровне, 2002].

Но ведь от Йоханнесбургского форума ждали именно прорыва или, по крайней мере, серьёзной стратегической проработки дальнейшего пути развития, коль скоро, как признано в его же Декларации, мир не приближается к устойчивости, а, напротив, от неё удаляется. Важны ли были проблемы, поставленные им на повестку дня? Да, безусловно, важны: от их успешного решения зависят судьба и благополучие десятков миллионов людей. Однако пытаться решать их по отдельности, вне их системной взаимосвязи – дело, по-видимому, совершенно безнадёжное. А ведь конференции такого уровня собираются не каждый год – это событие мирового значения. И можно без преувеличения сказать, что мир ждал от него каких-то судьбоносных решений, когда самый актуальный для человечества вопрос стоит в плоскости «быть или не быть», а большинство показателей глобальной окружающей среды демонстрируют устойчивую тенденцию к ухудшению. Но, к сожалению, подняться на высоту этой своей миссии Саммит так и не сумел.

* * *

Если с Конференцией в Рио-де-Жанейро (1992) и Саммитом в Йоханнесбурге (2002) были связаны немалые общественные ожидания, то Саммит Рио+20, собравшийся в бразильской столице по случаю двадцатилетия Конференции по окружающей среде и развитию, остался как бы в тени и уж точно не стал событием. Хотя многие из положений его Декларации «Будущее, которого мы хотим» и других итоговых документов содержали в себе определённую новизну.

Это, в частности, *политика «двойного выигрыша»*, предусматривающая одновременное решение социально-экономических и экологических проблем. Как показал опыт предыдущих десятилетий, попытка отдельного их решения не вызывает заинтересованного отклика со стороны гражданского общества и в силу этого, как правило, не ведёт к успеху. Поэтому в программы, направленные на повышение занятости и улучшение условий жизни людей, было рекомендовано сразу же закладывать соответствующие экологические приоритеты. Иными словами, социально-экономические проекты должны предусматривать решение экологических проблем, а экологические проекты – обеспечивать позитивный социально-экономический эффект. Таким образом, заинтересованность людей в

решении вопросов, которые их волнуют, будет способствовать приобщению их также и к экологической проблематике.

Из конкретных предложений и планов, принятых Рио+20, отметим поставленную Генеральным секретарем ООН задачу развития концепции энергетической безопасности, повышение эффективности управления лесами с целью сокращения вдвое к 2030 г. масштабов обезлесения, разработку новых целей развития, призванных сменить в 2015 г. Цели развития тысячелетия, принятые на рубеже XX – XXI веков. Кроме того, ряд важных договорённостей был достигнут в кулуарах форума, в результате чего объём заявленного финансирования проектов устойчивого развития в области сельского хозяйства, энергетики, транспорта и лесной политики превысил 510 млрд долларов. Было также выдвинуто более 690 новых целей и проектов в области «зелёной» экономики и взято на себя отдельными государствами около 400 добровольных обязательств в сфере устойчивого развития [«Зелёный мир», вэбсайт].

И всё же многие из участников форума заявили о своей неудовлетворённости его результатами. Он сделал гораздо меньше, чем мог, а верные, в принципе, призывы оказались неподкрепленными конкретными практическими шагами и соответствующими юридическими обязательствами. Не говоря уже о том, что не удалось договориться о принятии обязательств по защите ресурсов открытого моря и сколько-нибудь продвинуться в вопросе об отказе от субсидий на добычу ископаемого топлива.

В результате, от итоговых документов Рио+20 единодушно отмежевались представленные в Рио-де-Жанейро общественные организации, выступившие с петициями под заголовком «Будущее, которого мы не хотим». Особое внимание было обращено на отсутствие прогресса в деле управления водными ресурсами, которое, по мнению директора WWF Лассе Густавссона, должно быть основано на природных, а не политических ограничениях. «То, что нам нужно, – заявил он, – это <...> обязательство защищать и восстанавливать системы естественного питьевого водоснабжения, лесов, которые сохраняют наши водные ресурсы, и готовить мир к ударам, которые принесёт изменение климата» [RIA.ru, 2012]. А координатор проекта «Where the Rain Falls» Генри Кевин в своей статье «Рио плюс 20 или Рио минус 20?», расценил конференцию 2012 г. как огромную упущенную возможность или даже крупный шаг назад [CARE International, 2012].

* * *

И всё-таки, несмотря на все претензии, которые были высказаны в адрес КОСР 1992 года и последующих мировых форумов по окружающей среде и развитию, каждый из них стал вехой на историческом пути человечества. Хотелось бы добавить: в сторону повышения глобальной устойчивости. Но, к сожалению, объективные данные свидетельствуют о другом, о том, что мир движется пока что в сторону неустойчивости. Именно поэтому к ним и предъявляется столь высокий счёт. Ведь нерешительные и слабые меры по защите окружающей среды – это не просто топтание на месте, а неизбежное соскальзывание к глобальной катастрофе.

Как сказал в своей уже упоминавшейся статье Генри Кевин («Рио плюс 20 или Рио минус 20?»), «часы действительно тикают, не в последнюю очередь из-за угрозы изменений климата, но наши политические лидеры – почти сплошь – кажется, не хотят этого слышать. Или хуже того, слышат, но игнорируют, полагая, что перемены в подходе к развитию могут подождать, пока они заняты другими, «более важными» и «более неотложными» вещами» [там же]. Напомнив, что с 1992 г., когда состоялась первая Конференция в Рио, глобальные выбросы CO₂ выросли на 40%, а биоразнообразие снизилось на 10%, он добавил, что при сохраняющемся

уровне загрязнения окружающей среды, как об этом свидетельствуют научные данные, «глобальное потепление будет продолжаться и почти наверняка превысит 2°C, считающиеся “безопасными”».

Так что подходить к оценке всех четырёх международных форумов следует именно с этих позиций. Собственно говоря, свою суровую оценку ставит им, прежде всего, сама природа, которая, при всех бесспорных локальных успехах в деле её охраны, демонстрирует устойчивую тенденцию к деградации по целому ряду глобальных параметров. И единственное на этом фоне действительно крупное достижение, которым вправе гордиться мировое сообщество – это так называемая «озоновая история», о которой мы рассказали в предыдущей главе, хотя говорить об окончательной стабилизации озонового слоя пока ещё преждевременно, несмотря на полное прекращение производства озоноразрушающих веществ.

Да, значение этого успеха переоценить невозможно: ведь помимо непосредственного, физического, так сказать, результата, человечество получило убедительное подтверждение реализуемости глобальных экологических проектов. Однако этот единичный успех не подкреплён пока никакими другими столь же ощутимыми результатами, и то, что мир в экологическом плане движется не к устойчивости, а от неё, увы, бесспорно.

К сожалению, последнее коррелирует и с заметным спадом широкого общественного энтузиазма по отношению к идее устойчивого развития, пик которого пришёлся на 1990-е гг. К тому же после террористической атаки 11 сентября 2001 г. в Нью-Йорке, после войн в Афганистане и Ираке, после финансового кризиса 2008–2009 гг., после серии социальных потрясений в арабских странах и иммигрантской волны, захлестнувшей Европу, заметно сократилось и количество научных публикаций, посвящённых состоянию глобальной окружающей среды, что объяснимо: на всё сразу у мирового сообщества просто не хватает сил и средств. И если их не хватало у него в более спокойной политической обстановке и при сравнительно благоприятной экономической конъюнктуре, то теперь приходится делать порою даже неосознанный выбор между тем, что насущно сегодня, и тем, что может принести плоды в лучшем случае послезавтра, откладывая решение долгосрочных задач «на потом».

Однако эта дилемма ложная – всё равно как если выбирать между здоровьем и благополучием детей и собственных внуков. К тому же устойчивое развитие – это не только жизнь в мире и согласии с природой. Это ещё и популяционное здоровье человечества, это социальная и межнациональная стабильность, это возрождение многих исконных общечеловеческих ценностей, утраченных или деформированных вследствие перекосов и издержек современной цивилизации. Так что откладывая решение долгосрочных задач, мы можем прийти в «завтра» с пустыми руками, когда решать их будет уже поздно.

Глава 9. НА ПУТИ К СИСТЕМНОМУ ПОНИМАНИЮ БИОСФЕРЫ

Вернадский и его концепция биосферы – От биоценоза к экосистеме: становление экологии как науки – 1920-е годы: приход математических методов в экологию – Вклад гидробиологов – Экосистема: рождение термина – Биогеоценоз как ячейка биосферы – Н.В.Тимофеев-Ресовский: биосфера как фабрика, формирующая окружающую среду – Дж. Лавлок и его гипотеза «Гея» – Сильные и слабые стороны «Геи» и её критика эволюционистами

Подобно яблочному червю, подтачивающему изнутри облюбованный им плод, человек строит свою цивилизацию внутри биосферы и за счёт частичного её разрушения. Но если червь – яблоневая плодожорка, достигнув зрелости, покидает подточенный им плод, то человек лишён возможности осуществить подобное и, покинув своё «яблоко», переселиться на другие планеты. При этом он практически совсем недавно приступил к изучению этой сложнейшей системы, хотя первые попытки универсального, целостного подхода к биосфере – задолго до появления самого термина – восходят ещё к Александру Гумбольдту (1769 – 1859). Именно Гумбольдт противопоставил мозаике независимо существующих видов, предложенной Карлом Линнеем, представление о взаимодействии организмов между собой и с ландшафтом и заложил основы биогеографии, где климат выступает как определяющее звено ландшафта. Тем не менее, взгляды Гумбольдта на единую систему Земли с сильным воздействием климата на живой мир уступили во второй половине XIX века место истории происхождения организмов (филогении) как единственно заслуживающему внимания научному объяснению явлений природы [Заварзин, 2004, с. 7].



Александр Гумбольдт

Именно историей происхождения в процессе конкурентного естественного отбора на основе изменчивости и закрепления в потомстве удачных изменений, отвечающих задаче приспособления к условиям окружающей среды, объяснял Чарльз Дарвин линнеевское разнообразие видов. Но убедительная в своей логичности, освобождающая от необходимости обращения внешним силам для объяснения биологического разнообразия и устойчивости видов, теория Дарвина стала не столько эволюционной теорией, сколько мировоззренческой концепцией. А в рамках её последующего развития в биологии возобладал так называемый редуccionистский подход – объяснение общего через частное на основе накопленного эмпирического материала, – сфокусировавший внимание учёных на эволюционной судьбе отдельного вида и единичной особи и создавший инерцию

«дробления» биоты. И эта тенденция, будучи возведена в абсолют, серьёзно замедлила развитие взглядов на биосферу как на единую систему со всеми закономерностями целого. А, в результате, на рубеже XIX–XX веков лишь немногие умы отваживались подойти к исследованию биосферы именно с таких позиций.

Казалось бы, системная концепция биосферы должна была возникнуть в недрах зарождавшейся в ту пору экологии, однако в действительности всё сложилось иначе. И первым своим, независимым путём пришёл к современной трактовке этого понятия не биолог, а минералог, основатель геохимии, выдающийся российский учёный В.И. Вернадский (1863 – 1945), в свою очередь опиравшийся на труды своего великого предшественника, основателя научного почвоведения В.В. Докучаева. В опубликованных Вернадским в 1926 г. лекциях под общим названием «Биосфера», изданных три года спустя по-французски (*La Biosphère*, 1929), он выдвинул идею целостного мира, в котором живая материя («плёнка жизни») объединена через систему биогеохимических циклов с атмосферой, гидросферой и литосферой. Оболочку Земли, в которой протекают биохимические процессы, он и предложил называть биосферой.



Владимир Иванович Вернадский

Вернадский показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты находится всецело под влиянием жизни и определяется живыми организмами. В его учении о биосфере не только рассматривались основные свойства живого вещества и влияние на него косной субстанции, но и впервые было раскрыто обратное влияние жизни на абиотическую среду с формированием таких биокосных природных тел, как, например, почва. Впервые вся живая оболочка планеты предстала как единое, сложное и, в то же время, хрупкое образование. В «Философских мыслях натуралиста», собранных и вышедших после его смерти, Вернадский писал, что «благодаря эволюции видов, непрерывно идущей и никогда не прекращающейся, меняется резко отражение живого вещества на окружающей среде. Благодаря этому процесс эволюции – изменения – переносится в природные биокосные и биогенные тела, играющие основную роль в биосфере, в почвы, в наземные и подземные воды (в моря, озёра, реки и т.д.), в угли, битумы, известняки, органогенные руды и т. п.» [Вернадский, 1988, с. 27]. А в монографии «Химическое строение биосферы Земли и её окружения», также посмертно изданной, он прямо называет биоту огромной геологической силой: «*Живые организмы являются функцией биосферы и теснейшим образом материально и*

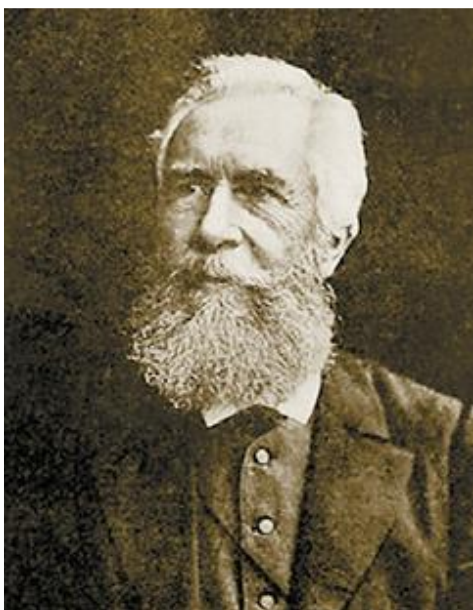
энергетически с ней связаны, являются огромной *геологической силой, её определяющей*» [Вернадский, 1987, с. 45].

Вместе с тем, размышляя о путях эволюции биосферы и об особом месте, занимаемом в ней человеком, Вернадский пришёл к мысли о возможности управления биосферой силой человеческого разума. «Мы переживаем в настоящее время исключительное проявление живого вещества в биосфере, генетически связанное с появлением сотни тысяч лет назад *Homo sapiens*, создание этим путём новой геологической силы, научной мысли, резко увеличивающей влияние живого вещества в эволюции биосферы. Охваченная всецело живым веществом, биосфера увеличивает, по-видимому, в беспредельных размерах его геологическую силу и, перерабатываемая научной мыслью *Homo sapiens*, переходит в новое своё состояние — в ноосферу» [Вернадский, 1988, С. 32].

В этом отношении Вернадский был человеком своего времени и своей эпохи, связывавшей надежды на будущее с безграничными, как тогда казалось, возможностями научно-технического прогресса. Однако это уже другая сторона наследия Вернадского – его широко известное сегодня учение о ноосфере, на котором мы остановимся подробнее в 16 главе.

* * *

Далеко опередившие своё время идеи Вернадского могли бы долго ещё оставаться невостребованными, если бы не стремительно развивавшаяся примерно в те же годы новая отрасль знания – экология, сосредоточившая внимание учёных на структуре и особенностях функционирования не отдельных организмов, а образуемых ими биологических комплексов, и своим становлением обязанная в основном уже биологам (а по-настоящему сошлись эти две линии лишь во второй половине XX века). И хотя первым понятие экологии предложил известный немецкий естествоиспытатель и философ, последователь Дарвина Эрнст Геккель (1834-1919) для определения области биологии, изучающей взаимоотношения организмов со средой (он называл её, «экономика природы»), до начала 1900-х годов в научных кругах этот термин почти не использовался. А особенно существенный вклад в становление этой новой науки внесли гидробиологи, что объяснимо: ведь водные экосистемы (особенно экосистемы водоёмов), как правило, легче отграничить, они как бы самой природой обособлены от окружающих экосистем.



Эрнст Геккель

Одним из первых в этом ряду стоит немецкий зоолог Карл Мёбиус (1825 - 1908). Изучая воспроизводство моллюсков на устричных отмелях Северного моря (так называемых устричных банках), он обосновал представление о внутренне связанном сообществе организмов, населяющих тот или иной однородный участок морского дна, которое он назвал *биоценозом* (1877). При этом Мёбиус отметил эволюционно сложившуюся жёсткую приспособленность, привязку отдельных видов не только друг к другу, но и к специфическим условиям местной абиотической среды – *биотопу*. Впоследствии понятие биоценоза было распространено и на пресноводные сообщества – биоценоз пруда, озера, а также наземные – биоценозы берёзового леса, приречного луга и т.п.



Карл Август Мёбиус

Но по-настоящему широкое распространение исследования надорганизменного уровня получили в начале XX века, а свой вклад в них внесли биологи самых разных направлений – ботаники, зоологи, гидробиологи, специалисты в области лесоведения и т.д. При этом особенно важным представлялось выявление некоторых общих закономерностей, характерных для развития самых разных комплексов организмов (сообществ, биоценозов) в ходе их взаимодействия с окружающей средой. К таковым относится, например, процесс *сукцессии* – закономерной стадийности развития самых разных типов экосистем.

Открытие сукцессии – заслуга двух американских ботаников. Первый из них, Генри Коулс (1869 – 1939), занимался изучением растительности на побережье озера Мичиган, которое на протяжении длительного исторического периода мелело и отступало от берега. При этом он справедливо предположил, что возраст сообщества должен увеличиваться пропорционально удалению от кромки воды, и, таким образом, смог реконструировать детальную структуру всего этого процесса. Самые молодые, только что образовавшиеся дюны, были заселены многолетними травами, укреплявшими своими корнями зыбучие пески. Затем на их месте появлялись злаки, а вслед за ними и кустарники. А уже под этим образовавшимся пологом, на более старых и закреплённых дюнах, начинали расти деревья, причём в строго определённой последовательности: сначала сосны, которые через поколение сменялись дубами и кленами. И, наконец, на наибольшем удалении от берега, появлялись буковые деревья – самые тенелюбивые для этого климата [Одум, 1975].



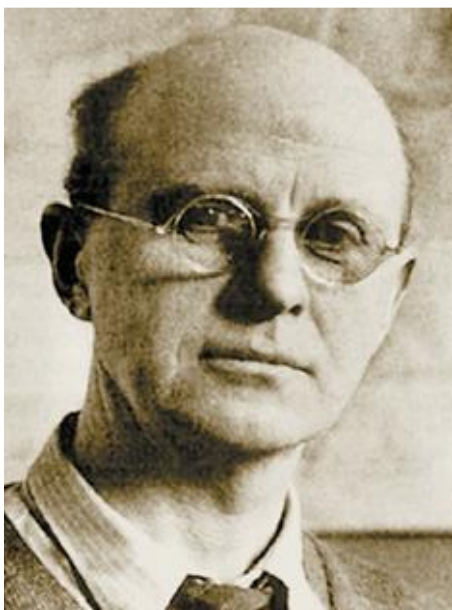
Изображение: журнал «Наука и жизнь», 2010, № 3.

В 1916 г. последователь Коулса Фредерик Клементс (1874-1945) опубликовал свой классический труд «Растительная сукцессия». Рассматривая растительное сообщество как единый, целостный организм, претерпевающий определённое развитие – от молодости до зрелости, он показал адаптивность биоценозов, их способность приспосабливаться и эволюционировать в ходе изменений окружающей среды. Причём если на начальных этапах разные сообщества в одной и той же местности могут сильно различаться друг от друга, то на более поздних стадиях они становятся всё более и более схожими. В конце концов оказывается, что для каждой области с определённым климатом и почвой характерно только одно зрелое, или так называемое *климаксовое* сообщество.

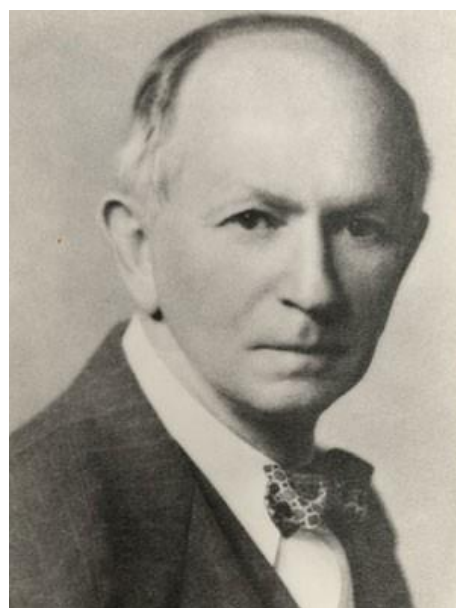
А ещё десять лет спустя в Англии вышла книга зоолога Чарльза Элтона (1900 – 1991) «Экология животных» (1927), сделавшая эпоху в популяционной экологии и способствовавшая переключению внимания зоологов с отдельного организма на популяцию в целом как на самостоятельную единицу, на уровне которой выявляются специфические особенности экологических адаптаций и регуляций. Интерес автора книги, побывавшего незадолго перед тем в двух арктических экспедициях, привлекли циклические колебания численности мелких грызунов, повторявшиеся с периодом в 3–4 года. А обработав многолетние данные о заготовке пушнины в Северной Америке, он пришёл к выводу, что зайцы и рыси также демонстрируют циклические колебания, хотя пики численности у них наблюдаются примерно раз в 10 лет. В этом, также ставшим классическим труде впервые была описана структура и распределение сообществ животных, а кроме того, введено понятие *экологической ниши* и сформулировано правило *экологических пирамид* – последовательное уменьшение численности организмов по мере перехода от нижних трофических уровней к высшим (от растений к травоядным животным, от травоядных к хищникам и т.д.). [Elton, 1946].

1920-е – 1930-е гг. отмечены внедрением в экологию точных методов исследования, у истоков которых стояли математики – американец польского происхождения Альфред Джеймс Лотка (1880, Львов – 1949, Нью-Йорк) и итальянец Вито Вольтерра (1860 – 1940). В вышедшей в 1925 г. книге Лотки «Начала физической биологии» [Lotka, 1925] была впервые предпринята попытка использования в биологии строгих количественных методов. В частности, были разработаны математические модели межвидовых взаимодействий (например, модель, описывающая сопряжённую динамику численности хищника и жертвы), а также биогеохимических циклов. И хотя Лотка не употреблял термина «экология», его попытки распространить законы физики на биологические объекты ярко иллюстрируют тенденцию к расширению поля исследований, проводимых под флагом экологии. А в 1926 г. Вольтерра разработал математическую модель

конкуренции двух видов за один ресурс и показал невозможность их длительного устойчивого сосуществования.



Чарльз Элтон



Альфред Лотка

Теоретические исследования Лотки и Вольтерры привлекли внимание молодого советского биолога Георгия Гаузе (1920-1986), который предложил свою, более понятную биологам модификацию уравнений, описывающих процессы межвидовой конкуренции. А осуществленная им экспериментальная проверка этих моделей на лабораторных культурах бактерий и простейших показала, что сосуществование видов возможно лишь в случае, если оно определяется различающимися факторами внешней среды, т.е. когда виды занимают разные экологические ниши. При этом один из конкурирующих за ту же нишу видов неизбежно вытесняется другим (закон конкурентного исключения). Работы Гаузе вошли в опубликованную им в 1934 г. в США книгу «Борьба за существование» (The Struggle for Existence – в России она увидела свет лишь семь десятилетий спустя) и во многом способствовали оформлению популяционной экологии. А подчеркнутая им важность трофических связей как основного пути для потоков энергии через природные сообщества внесла весомый вклад в появление концепции экосистемы.

Однако честь введения этого понятия (1935) по праву принадлежит английскому ботанику Артуру Тенсли (1871 – 1955). И хотя у него были, конечно, свои достаточно авторитетные предшественники – назовем хотя бы американского гидробиолога Эдварда Бёрджа (1851 – 1950), изучавшего в начале XX века на материале озёрных сообществ роль организмов в круговороте вещества и трансформации энергии, или его немецкого коллегу Августа Тинеманна (1882 – 1960), сформулировавшего в 1920-е гг. такие важные для экологии понятия, как биомасса и биологическая продукция, – но всё же именно 1935 год принято считать датой рождения общей экологии как самостоятельной науки. А основное достижение Тенсли заключалось в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне *новой функциональной единицы – экосистемы*. И если в других, ранее сформировавшихся науках, таких как физика, химия или цитология, уже давно имелись свои базовые единицы – атом, молекула, клетка, то теперь для экологии ею стала экосистема – ограниченный во времени и пространстве единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ и распределением потока энергии [История биологии..., 1975]



Артур Тенсли

А в 1942 г., независимо от Тенсли, российский биолог В.Н. Сукачёв (1880 – 1967) на примере лесных сообществ разработал понятие о *биогеоценозе*. Будучи, в принципе, аналогом экосистемы (по сути, это синонимы, а многие экологи пользуются близким к ним термином ландшафт), биогеоценоз характеризуется ограниченной протяженностью и однородностью природно-климатических условий. На суше это может быть небольшой участок – подсистема ландшафта (например, приречный луг или дерево и почва под ним, соответствующая проекции его кроны), включающие биотические и абиотические компоненты среды, объединённые круговоротом вещества и потоком энергии. И территориально, и иерархически биогеоценозы могут рассматриваться как ячейки, или «клеточки», биосферы, которая сама, в свою очередь, является экосистемой наивысшего иерархического уровня – глобальной экосистемой Земли [Реймерс, 1990].



В.Н.Сукачёв

Появление концепции экосистемы резко изменило всю ситуацию в экологии, заметно страдавшей от распыления сил по отдельным научным направлениям, и положило начало широкому фронту экосистемных исследований. Причём одну из первых ролей здесь по-прежнему играли гидробиологи, чей специфический объект

изучения – водные организмы, зачастую обитающие в замкнутых водоёмах (пруд, озеро) – отличается особенно тесным переплетением и взаимосвязью физических, химических и биологических процессов.

Так, упоминавшийся уже лимнолог Эдвард Бёрдж, изучая «дыхание озёр», с помощью строгих количественных методов сумел установить сезонную динамику содержания растворённого в воде кислорода, зависящую не только от перемешивания водной массы и диффузии кислорода из воздуха, но и от жизнедеятельности организмов – производителей кислорода (планктонных водорослей) и его потребителей (бактерий и животных). Впоследствии, в 1930-х гг., эти идеи были развиты в трудах российских лимнологов Л.Л. Россолимо (1894 – 1977), Г.Г. Винберга (1905 – 1987) и др. Последним был разработан так называемый балансовый энергетический подход, позволивший подойти к изучению круговорота вещества и трансформации энергии в экосистеме на основе сугубо количественных показателей. Суть его метода состояла в том, чтобы на базе единства биохимических процессов, протекающих в самых разных организмах – например, фотосинтеза всех планктонных водорослей в пруду или всех растений в лесу, – суммировать результаты их активности по количеству образующегося при этом органического вещества и выделяющегося свободного кислорода. Таким образом, появилась возможность не только количественно оценивать биологическую продукцию лесной или водной экосистемы, но и разрабатывать их принципиальные математические модели, основанные на энергетическом подходе.

А три года спустя аналогичные измерения были осуществлены и в США под руководством Джорджа Хатчинсона (1903 – 1991), прославившегося не только собственными исследованиями – его «Курс лимнологии» (1957) и сегодня представляет самую полную сводку жизни озёр в мире, – но и активной поддержкой талантливых молодых учёных. И, видимо, не случайно его научная школа оказала мощное влияние на развитие экологии во многих странах. А среди его учеников следует, в первую очередь, назвать очень рано, к сожалению, умершего Раймонда Линдемана (1915 – 1942), чья небольшая по объёму работа «Трофическо-динамические аспекты экологии» (1942), без преувеличения, сделала эпоху в экологии. На неё и сегодня ссылаются учёные в самых разных уголках Земли. В этой работе Линдеман разработал общую схему трансформации энергии в экосистеме и изложил основные методы расчёта её энергетического баланса. Им, в частности, было теоретически продемонстрировано, что при переходе энергии с одного трофического уровня на другой (от растений к травоядным животным и от травоядных к хищникам) количество её уменьшается, так что организмам каждого последующего уровня оказывается доступна только небольшая, не более 10%, часть от той энергии, что была в распоряжении организмов предыдущего уровня.



Раймонд Линдеман

С этого момента экосистемные исследования становятся одним из магистральных направлений в экологии, а количественные определения компонентов и функций экосистем – одним из основных методов, позволяющих моделировать биологические процессы.

* * *

Так, шаг за шагом, усилиями сотен учёных возводила экология недостающие конструкции и осваивала необжитое пространство того здания, своды и контуры которого очертил в своих трудах Вернадский. Однако до понимания биосферы как глобальной экосистемы пока ещё не поднималась и она.

Вернадский умер в год окончания Второй мировой войны, а его идеи остались во многом недооцененными современниками. Даже его итоговый труд, своего рода научное завещание – «Химическое строение биосферы Земли и её окружения» – был опубликован лишь 15 лет спустя после его смерти. И потребовалось ещё не одно десятилетие, прежде чем взгляд на биосферу как на единую, целостную систему стал утверждаться в умах учёных. При этом не последнюю роль сыграла возникшая в 1940-е гг. общая теория систем, связанная с именем австрийского биолога Людвиг фон Бергаланфи (1901 – 1972), исследовавшего математические закономерности разных типов систем в самом общем виде. Именно Бергаланфи ввёл понятие открытой системы (в противоположность закрытой, изучаемой в самых разных вариантах теоретической физикой), отличающей специфику живых организмов. Существующие за счёт постоянного притока материи из окружающей среды, они тем самым обеспечивают себя дополнительной энергией, способствуя понижению уровня энтропии и создавая предпосылки устойчивости живой системы по отношению к среде.

А из числа наших отечественных ученых – продолжателей линии Вернадского следует, прежде всего, назвать замечательного биолога Н.В. Тимофеева-Ресовского. Прославившийся в предвоенное десятилетие, в период жизни и работы в Германии, исследованиями в области радиационной генетики, Тимофеев-Ресовский в последние свои годы сосредоточился на вопросах глобальной экологии и во многом предвосхитил понимание целого ряда только ещё вырисовывавшихся её проблем. Так, в докладе «Биосфера и человечество», сделанном им в 1968 г. на заседании отделения географического общества г. Обнинска, где он поселился после освобождения из ГУЛАГа (в ту пору Москва, Ленинград и другие крупные города были для него закрыты), он сравнил биосферу с гигантской живой фабрикой, преобразующей энергию и вещество на поверхности нашей планеты.

Биосфера, говорится в докладе, «формирует и равновесный состав атмосферы, и состав растворов в природных водах, а через атмосферу – энергетику нашей планеты. Она же влияет на климат. Вспомним огромную роль испарения воды растительностью в круговороте влаги на Земном шаре, растительным покровом Земли. Следовательно, биосфера Земли формирует все окружение человека. <...> В конечном счёте, люди без биосферы или с плохо работающей биосферой не смогут вообще существовать на Земле» [Тимофеев-Ресовский, 1996, с. 59–60].



Н.В.Тимофеев-Ресовский

Доклад этот в виде статьи того же названия был напечатан в сборнике научных трудов Обнинского отдела Географического общества. Но в силу специфики этого периферийного издания прочитан он был немногими, а оценить новаторские идеи ученого смогли, быть может, единицы. И, как это часто бывало со многими российскими первопроходцами, и доклад, и статья прошли почти незамеченными. Как, впрочем, не хотела замечать в те годы опального ученого и Академия наук. А ведь Тимофеев-Ресовский едва ли не первым высказал здесь очень важную мысль о полномасштабном управлении окружающей средой на Земле самой жизнью.

К сожалению, пребывание по ту сторону «железного занавеса» зачастую ставило российских ученых в весьма невыгодное положение, и высказанные Тимофеевым-Ресовским идеи фактически остались вне поля зрения западной научной мысли.²³ Зато необычайный интерес в научном мире вызвала выдвинутая в 1970-х гг. английским ученым Джеймсом Лавлоком (James Lovelock, 1919 г.р.) биосферная концепция «Гея» – по имени эллинской богини Земли.

Инженер по образованию, Лавлок перед тем работал в НАСА, где занимался разработкой приборов по обнаружению жизни на других планетах (в связи с предстоящими полётами автоматических станций к Марсу и Венере). А ещё раньше, в студенческие годы, им был создан уникальный газовый спектрофотометр для измерения сверхмалых концентраций газов в атмосфере. Впоследствии именно с помощью этого прибора удалось обнаружить накопление в ней хлорфторуглеродов, разрушающих озоновый слой Земли. Эта профессиональная деятельность и навела Лавлока на мысль, что наличие жизни на планете можно, в принципе, обнаружить по составу её атмосферы, как наиболее лабильной, чувствительной к любым биогеохимическим изменениям среды. Причём атмосфера «живых» планет, как предположил Лавлок, должна отличаться термодинамической неравновесностью, поддерживаемой благодаря активности жизни. В то время как у «неживых» планет состав атмосферы определён их средним химическим составом и находится в равновесии с ним. Все эти соображения и послужили толчком к дальнейшей разработке его гипотезы, которая получила известность как концепция «Гея» и была опубликована сначала в виде отдельной статьи, а затем развита и обоснована в ряде книг и монографий.

²³ Что, кстати сказать, можно отнести и к неполученной им Нобелевской премии, которую он вполне мог бы разделить со своим младшим коллегой Максом Дельбрюком, с которым когда-то, в начале 1930-х годов в Германии, выполнил работу по определению размера гена.



Дж. Лавлок

Образ Геи, по Лавлоку, возникает при мысленном взгляде на нашу планету из космоса, когда она рассматривается как многоуровневая, многослойная живая организация, или при мысленном путешествии от макроуровня до микроуровня: биосфера – биоценозы – организмы – органы – клетки. Весь облик Земли, пишет он, – климат, состав горных пород, воздуха и океанских вод есть не только результат геологических процессов, но и является следствием присутствия жизни. Благодаря непрерывающейся активности живых организмов, условия на планете поддерживаются в благоприятном для жизни состоянии на протяжении последних 3,6 млрд лет [Lovelock, 1991, p. 25]. Гея представляется как некая самоорганизующаяся система, как «суперорганизм», обладающий саморегуляторными «геофизиологическими» свойствами и гомеостатически поддерживающий параметры планетарной среды на благоприятном для жизни уровне. При этом эволюция биоты настолько тесно связана с эволюцией её физического окружения, что вместе они образуют как бы единую саморазвивающуюся систему, отчасти напоминающую по своим свойствам физиологию живого организма [Казанский, 2000].

Особое внимание в своих построениях Лавлок уделяет бактериальному сообществу Земли, чья роль в эволюции биосферы от зарождения жизни до наших дней едва ли нуждается в доказательствах. Ведь бактерии на протяжении примерно двух миллиардов лет были единственной формой жизни на Земле и, как катализаторы биогеохимических циклов, сформировали биосферу. Они и сегодня остаются основой биогеохимической машины планеты. Но если царившее когда-то древнее бактериальное сообщество прокариот, покрывавших сплошной плёнкой большую часть поверхности Земли, было в некотором роде монопольной биогеоосферной силой, то в дальнейшем, в ходе эволюции, его автокаталитические единицы «перекочевали», оказались включёнными в состав более сложных организмов и образовали в ядерных клетках специализированные органеллы – митохондрии и хлоропласты. Управление «физиологическими» процессами Геи (восстановительно-окислительными, соединения кислорода с углеродом и т.д.) осуществляется сегодня как прямыми наследниками безъядерных одноклеточных, например бактериями почвы, так и их потомками в ядерных клетках – митохондриями (окислители) и хлоропластами (восстановители). И этот каталитический гиперцикл, по терминологии Манфреда Эйгена²⁴, как бы связывает

²⁴ Манфред Эйген (р. 1927), немецкий физикохимик, лауреат Нобелевской премии, автор теории гиперциклов, предложивший объяснение того, как самовоспроизводящиеся органические макромолекулы объединяются в замкнутые автокаталитические химические циклы.

мельчайшие живые организмы с планетарной макросистемой в плане поддержания климатических и биогеохимических параметров её среды [Казанский, там же].

Нетрудно заметить черты явного сходства Геи с современной трактовкой биосферы в русле идей Вернадского, о работах которого Лавлок узнал, между прочим, только в 1980-х гг. (из-за отсутствия полноценных переводов «Биосферы» на английский язык, а также, по его собственному признанию, в силу «глухоты» англоязычных авторов к другим языкам). Однако есть и отличия. Во-первых, Гея, вообще говоря, не биосфера, а Земля в целом. Лавлок прибегает здесь к образному сравнению Геи с поперечным срезом старого дерева, где живая часть (биосфера) – лишь тонкий слой камбия под корой, а основная по массе неживая древесина – продукт многолетней деятельности этого слоя. Второе же – это противоположное позиции Вернадского скептическое отношение к возможности покорения человеком природы и её подчинения его интересам.

Но можно ли, вообще, считать концепцию «Гея», которую сам Лавлок предпочитает называть гипотезой, в подлинном смысле слова научной? И есть ли в ней, помимо грандиозных по смелости идей и философской подкладки, более строгая научная составляющая? Здесь следует заметить, что некоторые из «геофизиологических» гипотез Лавлока получили научно-экспериментальное подтверждение.

Так, в 1981 г. им было высказано предположение, что глобальный климат стабилизируется путём саморегуляции цикла двуокиси углерода через биогенное усиление процесса выветривания горных пород. Дело в том, что в терминах геофизиологии двуокись углерода – ключевой метаболический газ Геи, влияющий не только на климат, но и на продукцию растений, а также производство атмосферного кислорода. Его основным абиотическим источником в биосфере служит вулканическая деятельность. Растворённый в дождевых и грунтовых водах углекислый газ образует угольную кислоту, взаимодействующую с силикатами и бикарбонатами горных пород, в результате чего образуются бикарбонатные ионы (химическое выветривание). Продукты этого взаимодействия с речным стоком выносятся в Мировой океан, где они потребляются планктоном и кораллами для построения своих скелетов, а после отмирания последних отлагаются на дне океана, формируя меловые осадки.

Результаты исследований Д. Шварцмана и Т. Фолька, опубликованные в журнале «Nature», подтвердили, что микроорганизмы вместе с растениями способны в десятки и сотни раз ускорять химическое выветривание горных пород. [Schwartzman, Volk, 1989]. При этом растения, поглощая углекислый газ из воздуха и переводя содержащийся в нём углерод в почву, повышают его локальную концентрацию в 10-40 раз. А основная масса погибших растений, подвергаясь бактериальному окислению, также превращается в двуокись углерода в местах контакта с соединениями кальция, силикатами и водой. Так биота, влияя на концентрацию атмосферного CO₂, одного из парниковых газов, участвует в регуляции температурного режима Земли.

Можно привести и другие примеры доказанных на сегодня циклически замкнутых причинных цепочек, являющихся характерной чертой геофизиологии (теории «Гея»). Хуже, однако, обстоит дело с центральным постулатом Лавлока, с его идеей Геи как глобально скоррелированного суперорганизма, встреченной в своё время жёсткой критикой со стороны многих известных эволюционистов (Форд Дулитл, Ричард Докинз и др.). Ведь эволюция биосферы в рамках концепции «Гея» интерпретируется как её индивидуальное развитие (эпигенез) и совершенствование её авторегулятивных свойств. Однако с точки зрения

традиционных научных представлений такие жёстко скоррелированные высочайшей сложности системы (а Гея принадлежит именно к их числу) со временем неизбежно деградируют и распадаются. Живые организмы также отличает высочайшая сложность организации, но для поддержания этой сложности и упорядоченности в природе используется механизм конкурентного взаимодействия отдельных особей. При этом из популяции вытесняются те из них, которые утратили эту внутреннюю упорядоченность и оказались в результате неконкурентоспособными. Именно так в процессе эволюции воспроизводится и поддерживается уникальная сложность живой материи.

Но Гея существует в единственном числе и, следовательно, воспроизводиться она не может. Как невозможен, по замечанию Докинза, естественный популяционный отбор наиболее приспособленной из планет. А, следовательно, не может идти речи и о сколько-нибудь длительном сохранении авторегулирующей способности Геи, если только не мыслить за ней упорядочивающей воли Творца. Или же, по ироническому замечанию Дулитла, комитета биологических видов, ежегодно собирающегося с целью договориться о климате и химическом составе планеты на ближайший год. Противопоставить что-либо этой критике Лавлок не сумел, и научное сообщество признало уязвимость его теории в целом (несмотря на её безусловную красоту).

Ниже мы расскажем о том, как по-своему попытался разрешить эту проблему петербургский биофизик В.Г. Горшков. А сейчас вернемся к уже цитировавшейся работе Н.В. Тимофеева-Ресовского, в которой он, ещё до Лавлока, нашёл подход к разрешению данного противоречия, обратив внимание на ту структурную единицу биосферы, в рамках которой осуществляется естественный популяционный отбор. Только не видов и особей, а биологических сообществ. Это – биогеоценозы, «элементарные единицы биологического круговорота, т.е. протекающей в биосфере биогеохимической работы».

«...Большинство биогеоценозов, – пишет Тимофеев-Ресовский, – находятся в состоянии относительно длительного динамического равновесия, представляют собой весьма сложные саморегулирующиеся системы. Поэтому особенно важной является проблема изучения причин, механизмов и условий поддержания такого динамического равновесия в биогеоценозах». А без знания этих механизмов «нельзя понять и правильно схематизировать действительное протекание эволюционных процессов в природе, всегда совершающихся в динамических биоценозах и их более крупных комплексах – ландшафтах» [Тимофеев-Ресовский, там же, с. 63].

Нетрудно заметить, сколь разнится подобная структурированная система «биосферных ячеек» с концепцией «Геи». Ведь если работа по поддержанию биогеохимического круговорота осуществляется не биотой вообще, не неким олицетворяемым ею «суперорганизмом», а отдельными биотическими сообществами и их популяциями, то, следовательно, остаётся место для их конкурентного взаимодействия. Именно этот механизм вытеснения и замены плохо работающих «ячеек» и предохраняет биосферу от деградации и распада, сохраняя неопределённо долгое время её способность к поддержанию глобального биогеохимического равновесия. Но о нём мы поговорим подробнее в следующей главе в связи с концепцией биотической регуляции окружающей среды В.Г. Горшкова. А пока ещё раз окинем мысленным взором тот путь, что прошла экология с момента своего становления как самостоятельной науки.

Когда в конце 1920-х гг. Вернадский пришёл к идее биосферы как единого, целостного образования, формирующего облик нашей планеты, а вскоре затем

Тенсли ввёл ключевое для экологии понятие экосистемы, мир представлялся большинству людей открытым и почти безграничным, в котором человек может действовать как ему заблагорассудится, приспособливая и перекраивая его под свои нужды. А то, чем занимались учёные-экологи в стенах своих лабораторий, казалось им далёким от их повседневных дел и забот. И понадобилось более полувека, чтобы эта связь стала очевидной, а термины биосфера и экосистема вошли в наш обиход наравне с такими понятиями, как, например, энергия или эволюция. И всё же путь этот до конца ещё не пройден. Потому что между осознанием зависимости человека от окружающей среды и пониманием всей опасности её деградации в не столь отдалённой перспективе (о чём предупреждают экологи) «дистанция огромного размера». Но пройти его необходимо – чтобы это будущее вообще состоялось.

Таблица 9-1

**Ученые, внесшие свой вклад
в формирование системной концепции биосферы**

Линия Геккеля	Линия Гумбольдта – Вернадского
<p>Эрнст Геккель (1834-1919) – немецкий эволюционист, последователь Ч.Дарвина. Впервые ввёл понятие экологии как области биологии, изучающей взаимоотношения организмов со средой.</p> <p>Карл Мёбиус (1825-1908) – немецкий зоолог и гидробиолог. На примере устричных банок на отмелях Северного моря разработал и обосновал представление о внутренне связанном сообществе организмов, населяющих тот или иной однородный участок морского дна, которое он назвал биоценозом (1877).</p> <p>Генри Коулс (1869-1939) – американский ботаник. Изучая растительность на побережье озера Мичиган, обнаружил закономерную стадийность развития разных типов экосистем и первым описал процесс биологической сукцессии.</p> <p>Фредерик Клементс (1874-1945) – американский ботаник, детально разработавший концепцию сукцессии. Ввёл понятие климаксового сообщества как завершающей стадии биологической сукцессии. Показал адаптивность биоценозов, их способность приспособливаться и эволюционировать в ходе изменений окружающей среды.</p>	<p>Эдуард Зюсс (1831-1914) – австрийский геолог, первым употребил термин биосфера в качестве обозначения одной из оболочек Земли, наряду с атмосферой, гидро- и литосферой.</p> <p>Владимир Вернадский (1863-1945) – российский минералог и геохимик. Выдвинул и разработал понятие биосферы как целостного и взаимосвязанного мира живой материи, объединённой через систему биогеохимических циклов с абиотическими сферами – атмосферой, гидро- и литосферой. Показал, что химическое состояние наружной коры нашей планеты в значительной степени находится всецело под влиянием жизни и определяется живыми организмами.</p> <p>Альфред Лотка (1880-1949) – американский математик, автор книги «Начала физической биологии», где была впервые предпринята попытка преобразования биологии в строго количественную науку. Разработал математические модели межвидовых взаимодействий (например, модель, описывающую сопряжённую динамику численности хищника и жертвы), а также биогеохимических циклов.</p>

Чарльз Элтон (1900 - 1991) – английский зоолог. Заложил основы популяционной экологии. Ввел понятие экологической ниши и сформулировал правило экологических пирамид – уменьшения численности организмов по мере перехода от нижних трофических уровней к высшим.

Артур Тенсли (1871- 1955) – английский ботаник. В 1935 году ввёл в научный оборот понятие экосистема, и этот год принято считать годом рождения общей экологии как самостоятельной науки. Основное достижение Тенсли заключалось в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы – экосистемы, которая стала для экологии тем же, чем атом для физики, молекула для химии и клетка для цитологии.

Владимир Сукачёв (1880 - 1967) – российский биолог, лесовед. На примере лесных сообществ разработал концепцию биогеоценоза (1940) – аналога экосистемы, отличающегося ограниченной протяженностью и однородностью природно-климатических условий и включающего в себя биотические и абиотические компоненты среды.

Георгий Гаузе (1910 - 1986) – российский биолог, занимался моделированием процессов межвидовой конкуренции на культурах бактерий и простейших. Сформулировал закон конкурентного исключения, согласно которому два вида не могут занимать одну и ту же экологическую нишу: один из видов неизбежно вытесняется другим.

Раймонд Линдеман (1915-1942) – американский эколог. Разработал общую схему трансформации энергии в экосистеме и основные методы расчёта её энергетического баланса. Вывел правило трофических пирамид: при переходе энергии с одного трофического уровня на другой её количество уменьшается на порядок, так что организмам следующего уровня оказываются доступны не более 10% энергии, используемой организмами предыдущего уровня.

Николай Тимофеев-Ресовский (1900 - 1981) – российский биолог, один из основателей молекулярной генетики и радиобиологии. Последние годы жизни посвятил глобальным проблемам биологии. Сравнил биосферу с гигантской живой фабрикой, формирующей земную окружающую среду. Впервые указал на роль биогеоценозов как элементарных ячеек биологического круговорота и на возможность конкурентных отношений между ними, создающих почву для эволюционного стабилизирующего отбора.

Джеймс Лавлок (род. 1919) – английский ученый, по образованию инженер-электронщик. Выдвину гипотезу «Гея» – оригинальную концепцию Земли как целостного суперорганизма, в котором эволюция живого тесно связана с изменениями его физико-химического окружения. Эту концепция позволила по-новому осмыслить глобальные процессы круговорота вещества, причем многие теоретические предсказания Лавлока были подтверждены экспериментально. Однако Лавлок не сумел объяснить, как этот суперорганизм, будучи сложнейшим образом скоррелированной системой, избежал на протяжении сотен миллионов лет неминуемой деградации и распада, за что подвергся критике со стороны эволюционистов.

Виктор Горшков (род. 1935), российский физик-теоретик, разработавший концепцию биотической регуляции окружающей среды. В отличие от Лавлока, проблему поддержания пригодных для жизни параметров окружающей среды Горшков связал с жизнедеятельностью конкурирующих между собой независимых биотических сообществ (биогеоценозов). Реагируя на возмущения окружающей среды изменением синтеза или деструкции органического вещества, биота способна связывать избыток тех или иных биогенов в окружающей среде или, наоборот, восполнять их недостаток и тем самым регулировать их концентрации на приемлемом для жизни уровне. Согласно концепции Горшкова, нынешний глобальный экологический кризис связан, прежде всего, с уничтожением экосистем на огромных территориях суши, а переход к устойчивому развитию возможен лишь при условии восстановления значительной части разрушенных экосистем.

Юджин Одум (1913 – 2002) – американский биолог, заложил основы экологии как самостоятельной научной дисциплины. Прославился своими работами в области экосистемной экологии, а также учебными пособиями – «Основы экологии» (совместно с Говардом Одумом (1953), «Экология» (1963) и др.), сыгравшими огромную роль в оформлении экологии как университетского курса. То, что было рассредоточено в журнальных статьях и отдельных монографиях, Одум собрал воедино и заново сформулировал в виде свода основных положений экологической науки.

Давид Тилман (род. 1949) – американский эколог, один из ярких представителей нового её направления, сосредоточившего внимание на физиологических механизмах. Наиболее известны работы Тилман в области исследования лимитирующего ресурса на материале диатомовых водорослей и злаков. Доказал, что экологически близкие виды могут сосуществовать, если они ограничены разными ресурсами (например, концентрацией растворённых в воде различных биогенов).

Часть IV

ПОСТОЯНСТВО ПЛАНЕТАРНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И КОНЦЕПЦИЯ БИОТИЧЕСКОЙ РЕГУЛЯЦИИ

10. Абиотические факторы формирования климата Земли. 11. Роль биоты в формировании окружающей среды. 12. Биотические механизмы поддержания стабильности окружающей среды

Глава 10. АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КЛИМАТА ЗЕМЛИ

Роль гидросферы в формировании климата – Оборотная сторона парникового эффекта – Ледники как аккумуляторы холода – Причины великих оледенений – «Климатический шарик» на острие неустойчивого равновесия – Земная биота как один из факторов стабильности климата Земли

Несмотря на всю уязвимость гипотезы «Гея» и её справедливую критику со стороны эволюционистов, идеи Лавлока оказали, бесспорно, революционизирующее влияние на умы исследователей. К тому же сама экологическая ситуация последней четверти XX века – прогрессирующее сокращение площади экосистем суши, рост концентрации парниковых газов, потепление климата, уничтожение тропических лесов, расширение зоны пустынь и полупустынь – всё это стимулировало переключение внимания учёных с проблем загрязнения окружающей среды на процессы разрушения экосистем. Даже экономисты начинают называть их фундаментом жизни. Человек изменяет биосферу быстрее, чем её понимает, говорилось в статье виднейших американских экологов «Воздействие человека на мировые экосистемы», опубликованной в журнале «Science», и необходимы удвоенные усилия в её изучении, пока ещё есть возможность взять под контроль процессы дестабилизации биосферы [Vitousek et al., 1997].

Таким образом, к концу XX века назрела объективная потребность в более глубоком осмыслении биосферных процессов, которое позволило бы, с одной стороны, преодолеть односторонний подход к проблематике глобального кризиса, характерный для первых докладов Римскому клубу, и в то же время по-новому высветить системообразующую роль биоты в свете эмпирических данных, накопленных на стыке биологических наук и наук о Земле. Одной из таких попыток явилась разработанная в середине 1990-х гг. петербургским биофизиком В.Г. Горшковым *теория биотической регуляции окружающей среды*, на которой мы хотели бы остановиться в этой части книги.

Хотя, в отличие от Лавлока, Виктор Горшков не работал в НАСА и не имел отношения к советской космической программе, но «взгляд из космоса», позволяющий экстраполировать физические условия на Земле на соседние с ней планеты, также сыграл не последнюю роль в формировании его концепции. Поводом для такого сопоставления послужила поразительная устойчивость земной биоты, продемонстрированная ею за миллиарды лет своего существования. Та самая устойчивость, которую оказалась не в состоянии объяснить гипотеза «Гея».

В самом деле, отчего за этот космический по масштабам срок, при всех геологических и климатических пертурбациях, которые претерпела наша планета, ни разу не пресеклась столь, казалось бы, хрупкая эстафета жизни – этот, по выражению Л.Б. Ительсона, «невероятно слабый, задуваемый и колеблемый всеми ветрами вселенной неустойчивый огонёк?» Отчего из всех катаклизмов – столкновений Земли с астероидами, похолоданий климата и оледенений,

грандиозных вулканических извержений, подвижек и разломов земной коры и перепадов уровня Мирового океана – биота всегда, в конечном счёте, выходила победителем? И что, вообще, удерживает жизнь на той, образно говоря, «тонкой корочке», что отделяет её от раскалённых земных недр и вечного холода межпланетных пространств с их смертоносным космическим излучением? Обязана ли она своим существованием только счастливому совпадению физических условий, и, в том числе, исключительно удачному расположению околосолнечной земной орбиты, или последние лишь благоприятствующий фон для развёртывания других, уже не случайных процессов, поддерживающих необходимые для жизни условия?

Действительно, существование жизни на Земле возможно в относительно узких температурных пределах, при которых вода находится в жидкой фазе. Даже несколько градусов ниже точки замерзания – это уже экстремальная температура для огромного большинства видов, и лишь некоторые из теплокровных животных могут подолгу активно существовать при отрицательных температурах (а императорские пингвины даже размножаться). А при температуре выше 60°C жизнеспособность сохраняют лишь немногие виды термофильных бактерий.²⁵ Оптимальный же температурный интервал для основной массы живых организмов расположен где-то между $+10^{\circ}\text{C}$ – $+20^{\circ}\text{C}$. И, как показывают радиоизотопные исследования осадочных отложений и горных пород, именно в этом интервале удерживалась средняя приземная температура нашей планеты на протяжении последних 600 миллионов лет, опускаясь до $+10^{\circ}\text{C}$ в периоды оледенений и поднимаясь до $+20^{\circ}\text{C}$ во время максимальных потеплений. Так чем же объясняется эта поразительная температурно-климатическая устойчивость?

Некоторые из причин достаточно очевидны и, в общем, хорошо известны современной науке. Это, прежде всего, стабильность солнечного излучения и постоянство достигающей Земли его световой энергии – примерно $174 \cdot 10^{15}$ Вт. Из них около 30% сразу же отражается облаками, атмосферной пылью или аэрозолями и оледенелыми или заснеженными участками земной поверхности безо всякого теплового эффекта. Ещё 23% рассеиваются в атмосфере и затрачиваются на испарение воды. И только 47%, достигнув самой Земли, нагревают поверхность океана и суши, а от них, в свою очередь, за счёт вторичного длинноволнового инфракрасного излучения, нагревается атмосфера [Марфенин, 2006, с. 58]. К не менее существенным факторам следует отнести короткие земные сутки (смена дня и ночи), почти круговую орбиту Земли, а также угол наклона оси её вращения к плоскости земной орбиты (эклиптике), равный примерно 66° , что способствует относительно равномерному нагреву поверхности планеты при чередовании времён года.

Огромную роль в поддержании температурно-климатического режима Земли играют её мощная атмосфера и гидросфера, способные аккумулировать огромное количество тепловой энергии, а масса Земли ($6 \cdot 10^{23}$ т) позволяет удерживать эту мощную водно-воздушную прослойку. Чтобы дать представление о том, какое гигантское количество тепла аккумулирует Мировой океан, напомним, что он занимает 70,8% поверхности планеты и содержит 1320-1380 млн км³ воды, удельная теплоёмкость которой равна 1 кал/г на 1°C , или 4186,8 Дж/кг на 1°K (самая высокая теплоёмкость среди всех известных жидкостей). В силу этого запас тепла в Мировом океане в 21 раз превосходит годовое количество тепловой энергии, получаемой Землей от Солнца. Так что гидросферу с полным основанием

²⁵ На дне океана, в горячих сульфидных источниках, обнаружены бактерии, которые могут существовать в условиях высокого давления даже при температуре $+115^{\circ}\text{C}$.

можно назвать важнейшим стабилизатором температуры на поверхности нашей планеты [Там же, с. 26–29].

Выравниванию климатического теплового режима способствуют также постоянные перемещения воздушных масс в нижних слоях атмосферы и мощные океанические течения от экватора к полюсам и обратно, вследствие чего приемлемые для жизни условия создаются почти на всех земных широтах. Вместе с тем атмосфера постоянно пополняется влагой, испаряемой с поверхности Мирового океана, что составляет в год около 500 тыс. км³, или 86% от всей испаряемой с земной поверхности воды. В процессе испарения в атмосферу поступает огромное количество энергии (660 кал/г), которая переносится воздушными потоками. Ветры, циклоны, ураганы порождены глобальной машиной перераспределения энергии. Точно так же и пары воды, прежде чем пролиться дождём или выпасть снегом, могут переноситься воздушными потоками на тысячи километров. При этом около 90% воды, испарившейся с поверхности Мирового океана, осаждаются обратно на его поверхность, образуя большой, или океанический, влагооборот. Остальные 10% осадков, выпадающие над сушей, составляют малый, или материковый, влагооборот. При этом основная масса выпавшей воды возвращается вместе с речным стоком в Мировой океан, а некоторая её часть задерживается в ледниках [Там же, с. 56].

Присутствие водяных паров в атмосфере способствует задержке части тепловой энергии, излучаемой планетой – так называемый парниковый эффект. Подсчитано, что добавка к средней приземной температуре от парникового эффекта составляет около 30°. Из них на долю водяного пара приходится 20,6 °С. Второй по значению парниковый газ – двуокись углерода, или углекислый газ, чей вклад в парниковый эффект составляет 7,2°С. Далее следуют озон (2,4°С), закись азота (1,4°С), метан (0,8°С) и другие, менее активные парниковые газы.

Но если концентрация водяного пара в атмосфере, в зависимости от высоты, географической широты и сезона, составляет от 0,5% до 4%, в среднем – около 1%, то совокупная концентрация CO₂ и других парниковых газов не превышает десятых долей процента. Тем не менее, даже этой ничтожной, по сути, примеси оказывается достаточно, чтобы предохранить Землю от замерзания [Иващенко, 2003].

Однако нетрудно понять, что у парникового эффекта есть и обратная сторона медали, и даже небольшое увеличение концентрации в атмосфере парниковых газов способно повести к повышению средней приземной температуры. А это – в силу высокой сложности климатической системы – чревато самыми непредсказуемыми последствиями. Так, например, при повышении температуры поверхностного слоя Мирового океана снижается растворимость в воде углекислого газа, что ведёт к нарушению буферного равновесия между океаном и атмосферой и к повышению в последней концентрации двуокиси углерода, а, следовательно, и к усилению парникового эффекта. С другой стороны, процессы таяния ледников многолетней мерзлоты сопровождаются высвобождением содержащихся в ней CO₂ и метана, а также к накоплению в атмосфере водяного пара. Возникает, таким образом, что-то вроде контура с положительной (усилительной) обратной связью с эффектом разгоняющегося потепления климата. По этой, а также ряду других причин специалисты так встревожены сегодня опасностью разбалансировки климатической системы Земли, требуя принятия срочных мер по ограничению антропогенного воздействия на окружающую среду.

Если Мировой океан служит аккумулятором тепла на планете, то ледники, как покровные (Антарктида, Гренландия), так и горные, с полным правом можно назвать аккумуляторами холода, а их вклад в формирование климата Земли и стабилизацию стока поверхностных вод суши трудно переоценить. Так, например, в ледниках сосредоточено 69%, или $\frac{2}{3}$, мировых запасов пресной воды, а их суммарный сток в океан – 3450 км³ воды – составляет примерно 8% от суммарного стока всех поверхностных вод; им также обязаны около 3% осадков, выпадающих на суше. Выступая, таким образом, в роли природных водохранилищ, ледники способствуют перераспределению стока атмосферных осадков на протяжении года, что особенно важно для регионов, где реки в значительной части питаются ледниками – как, например, Юкон (23% ледникового стока), Кубань (6%), Инд (8%), Сырдарья (6,5%), Амударья (15%). В Средней Азии, где ледники занимают всего 5% территории, доля ледникового стока в летние месяцы достигает 50%.

В то же время, ледники способствуют охлаждению атмосферы, что обусловлено повышением альбедо²⁶ Земли и затратами тепла на таяние льда и компенсацию излучения ледников (выхолаживание воздуха над их поверхностью). Занимая 3% площади планеты, ледники отражают в космос 5% солнечного излучения, что повышает среднегодовое альбедо Земли с 0,29 до 0,3 и вызывает охлаждение приземного слоя воздуха примерно на 1°C. Кроме того, альбедный механизм охлаждения атмосферы дополняется оттоком турбулентного тепла из атмосферы в ледники, из которого около 6% тратится на таяние льда и 94% – на их излучение, главным образом в Антарктиде. В итоге суммарное охлаждение земной поверхности современным оледенением составляет около 2°C [Говорушко, 2006, С. 60–70].

Таким образом, если Мировой океан во все времена способствовал консервации тепла на планете, то миссия ледников прямо противоположная, и соотношение этих сил в разные геологические эпохи было далеко не одинаково. Науке известно немало эпизодов в истории Земли, когда средняя приземная температура опускалась на 5–6 и более градусов, а ледники покрывали огромные территории суши. При этом толщина ледового панциря, под которым прогибались континенты, достигала 2 км, а уровень океана, по сравнению с нынешним, опускался на 100–120 м. Последнее такое оледенение имело место 25–12 тыс. лет назад, а весь четвертичный геологический период, начавшийся 1,8–1,6 млн лет назад, к которому относится и эпоха современного голоцена, из-за повторяющихся мощных оледенений даже получил название ледникового.

Причины этих периодических оледенений пока до конца ещё не ясны. По всей вероятности, они – результат сочетания нескольких факторов, одни из которых играют ведущую роль, другие же выступают в качестве спускового механизма. Замечено, например, что все великие оледенения нашей планеты совпадали с крупнейшими горообразовательными эпохами, когда рельеф земной поверхности был наиболее контрастным, а площадь морей соответственно уменьшалась. В этих условиях колебания климата становились более резкими. Так, горы высотой до 2000 м, возникшие 30 млн лет назад в Антарктиде, стали первым очагом образования покровных ледников, а Антарктический материк – гигантским аккумулятором холода на планете. В то же время существенный вклад в изменение климата Северного полушария внесли сформировавшиеся огромные плато в Тибетском нагорье и в западной части Североамериканского континента, где создались условия для химического выветривания горных пород и ускоренного выведения из атмосферы двуокиси углерода – этого теплового щита планеты. Все

²⁶ Альбедо – отражательная способность поверхности Земли и других космических тел, конкретнее – отношение потока отражённого (рассеянного) излучения к потоку падающего излучения.

это вместе способствовало постепенному похолоданию климата и привело в конце концов, около 3 млн лет назад, к периодическим оледенениям большей части Северного полушария (четвертичный, или ледниковый, период) [Резанов, 1984].

Камчатским вулканологам удалось проследить связь между оледенениями и вулканической активностью, роль которой до недавнего времени сильно недооценивалась. Вулканизм, как известно, способен заметно влиять на земную атмосферу, изменяя её газовый состав и загрязняя вулканическим пеплом и аэрозолями, вызывающими уменьшение её прозрачности для видимой части солнечного спектра. Особенно сильные извержения могут сопровождаться уменьшением солнечной радиации на 10–20%. Кроме того, выбрасываемые вулканами частицы служат ядрами конденсации, способствующими развитию облачности. Согласно расчётам, увеличение облачности с 50% (характерной для нашего времени) до 60% способно понизить среднюю приземную температуру Земли на 2°C. Указанная версия получила косвенное подтверждение при изучении вулканических осадков дна Тихого и Атлантического океанов, причём периоды наиболее обильного осаднения пепла совпали с отдельными стадиями оледенения [Мелекесцев, 1969, с. 140–149].

И, наконец, следует назвать ещё одну возможную причину великих оледенений, имеющую чисто космическое происхождение. Согласно версии сербского математика и геофизика Милутина Миланковича (1879 – 1958), бóльшая часть известных похолоданий и потеплений климата связана с периодическими изменениями положения Земли в Солнечной системе (так называемые циклы Миланковича). Это колебания наклона плоскости земного экватора к плоскости эклиптики от 21,5° до 24,5°, совершающиеся с периодом в 41 тыс. лет, а также волчкообразное вращение земной оси с периодом 23 тыс. лет. Более слабое влияние оказывает изменение формы земной орбиты, периодически слегка вытягивающейся и округляющейся на протяжении порядка 100 тыс. лет. Складываясь, все эти факторы могут уменьшать поступление солнечного света в Северном полушарии на 20% [Имбри, Имбри, 1988].

* * *

Итак, несмотря на мощную атмосферу и океаническую прослойку, климатическая система Земли находится в состоянии весьма неустойчивого равновесия. С одной стороны, её подстерегает парниковый эффект, который готов «раскрутиться» вследствие случайной флуктуации, сопровождаемой увеличением средней приземной температуры. Причины тому могут быть разные, как, например, выбросы в атмосферу большого количества углекислого газа в связи с вулканической деятельностью. Но в любом случае даже небольшой разогрев Мирового океана влечёт за собой усиление испарения с его поверхности и рост концентрации водяных паров в атмосфере. А дальше включается положительная обратная связь: возросший парниковый эффект способствует ещё большему разогреву поверхности планеты и, следовательно, дальнейшему накоплению атмосферной влаги, и трудно предсказать, где этот процесс может остановиться. На соседней с Землей Венере, например, он привел к разогреву атмосферы до +475°C и полному испарению океанов.

Наоборот, понижение средней приземной температуры Земли чревато противоположным эффектом – уменьшением испарения с океанской поверхности, падением атмосферной концентрации водяного пара и ослаблением парникового эффекта. Однако процесс этот может не закончиться и с полным исчезновением водяного пара из атмосферы: когда средняя приземная температура Земли достигает минусовых значений, начавшееся оледенение планеты приводит к увеличению её отражательной способности, а значит, и к дальнейшему

охлаждению. В пользу подобного варианта развития событий говорит, в частности, ситуация на Марсе с почти полным оледенением его поверхности. Собственно, именно два этих крайних состояния и являются по-настоящему устойчивыми, или, как говорят, физически выделенными. И одним из важнейших факторов поддержания стабильного климата Земли служит, по Горшкову, населяющая её биота, т.е. сама жизнь, которая, будучи включённой в биогеохимический круговорот, «работает» на создание благоприятных для себя климатических условий. Например, связывая избыточную двуокись углерода и выводя её, таким образом, из атмосферы. Или, наоборот, высвобождая её в процессе разложения органического вещества и увеличивая тем самым атмосферную концентрацию CO_2 , требующуюся для поддержания необходимого для жизни температурного режима.

Чтобы обосновать эту гипотезу, Горшков попытался рассчитать баланс земного климата, исходя из известного принципа устойчивости А.М. Ляпунова и выведя за скобки земную биоту. Не имея возможности останавливаться на математической стороне этих расчётов, скажем только, что при графическом построении полученной им кривой нынешние температурно-климатические параметры Земли оказались «привязанными» к самой её вершине, т.е. к зоне высокой неустойчивости. При этом даже небольшие отклонения от средней приземной температуры в ту либо другую сторону неизбежно вели к необратимым изменениям климата [Горшков и др., 1999; Макарьева, Горшков: Парниковый..., 2001].

Все сказанное можно схематически проиллюстрировать, уподобив земной климат шарик или мячику, находящемуся на вершине крутого холмика (рис. 10-1). Какое-то время шарик может удерживаться в этом шатком положении, но достаточно даже незначительного внешнего воздействия, чтобы шарик, потеряв равновесие, скатился к его основанию. Следовательно, положение у основания холмика будет для шарика по-настоящему устойчивым, или физически выделенным.



Рис. 10-1. Схематическая иллюстрация физической неустойчивости климата Земли.

А если вырезать углубление по форме нашего шарика на самой вершине холмика? Тогда мы создадим для него ещё одно физически выделенное положение, в котором он сможет находиться неопределённо долгое время. Нечто подобное имеет место, по Горшкову, и в случае с земным климатом. Только эту «ямку устойчивости» на вершине температурной кривой создаёт для него сама биота, обеспечивающая ему уже не физическую, а биотически выделенную устойчивость (рис. 10-2).

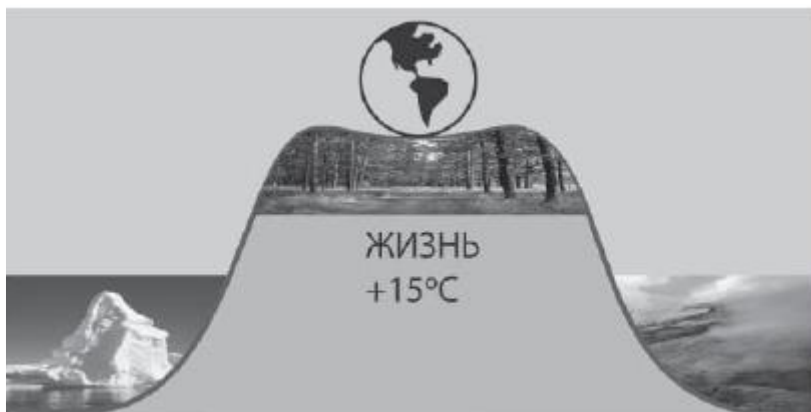


Рис. 10-2. Биотическая устойчивость климата Земли (по В.Г. Горшкову и А.М. Макарьевой http://www.bioticregulation.ru/life/life2_r-4.php с изменениями).

Действительно, как свидетельствуют данные палеотермометрических исследований, серьёзные подвижки климата на протяжении геологической истории Земли наблюдались не раз как в ту, так и в другую сторону, включая периоды великих оледенений, когда ледниковый покров, словно панцирем, сковывал огромные территории суши, опускаясь до широты Нью-Йорка в Америке и Франкфурта-на-Майне в Европе [Монин, Шишков, 1979; Короновский, Якушова, 1991]. Так что стабильность земного климата не раз подвергалась весьма суровым испытаниям. И, тем не менее, «климатический шарик» всё-таки удерживался в пределах приемлемых для жизни параметров, что трудно объяснить без учёта глобальной роли биоты, являющейся, по-видимому, не только следствием, но и причиной, или, по крайней мере, одной из причин, благоприятных для неё температурно-климатических условий.

И тогда перед исследователем неизбежно встал вопрос о механизме этого её стабилизирующего воздействия. Итогом научных поисков Горшкова явилась его монография «Физические и биологические основы устойчивости жизни» (1995), в которой предпринята попытка связать воедино понимание глобальных биогеохимических процессов, роль и место в них земной биоты и того разрушительного потенциала, что несёт с собой хозяйственная деятельность человека. У нас нет возможности в полном объёме воспроизвести здесь его научную аргументацию, поэтому всех, кто хотел бы подробнее ознакомиться с концепцией биотической регуляции окружающей среды, отсылаем к сайту В.Г. Горшкова и А.М.Макарьевой http://www.bioticregulation.ru/index_r.php. Мы же постараемся осветить здесь ключевые её моменты и познакомить читателя с наиболее важными следующими из неё выводами, имеющими отношение к проблематике устойчивого развития, не обходя в то же время её спорных и дискуссионных моментов.

Глава 11. РОЛЬ БИОТЫ В ФОРМИРОВАНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ограниченность биосферных ресурсов углерода и «безотходные технологии» современной биоты – Выведение углерода из атмосферы в предшествующие геологические эпохи – Роль океанической биоты в круговороте углерода – Почва как резервуар органического углерода и аккумулятор влаги – Роль биоты в почвообразовании – Регуляция растительной биотой континентального влагооборота – Лесной биотический насос как важнейшее условие жизни на суше – Почему Европа не превратилась в пустыню.

О том, какую исключительную роль играет «живое вещество» планеты в формировании глобального биогеохимического круговорота благодаря высокой скорости протекающих с его участием химических реакций известно ещё со времён Вернадского. Сегодня никому уже не надо объяснять, как изменило оно облик Земли и что именно ему обязана она своей кислородной атмосферой. Однако количественные характеристики некоторых биогенных циклов и, в том числе, цикла углерода, составляющего, как известно, основу органических молекул, основу жизни, стали известны учёным сравнительно недавно. А это, в свою очередь, позволило приблизиться к пониманию многих протекающих в биосфере процессов.

Так, например, было установлено, что запасы доступного для биоты неорганического углерода, в отличие от древних геологических эпох, в наше время существенно ограничены и составляют порядка 10^3 Гт [Горшков, 1995, с.14]. Это, прежде всего растворённый в Мировом океане углекислый газ, а также почвенный гумус, торфяники, наконец, небольшая его примесь, содержащаяся в атмосфере – менее 0,04%. Однако подавляющая часть растворённой в океане двуокиси углерода находится на глубине ниже 200 м и почти не используется фитопланктоном, а его поступление из глубинных пластов в результате вертикального водообмена сравнительно невелико. Так что использовать неорганический углерод биоте приходится крайне экономно.

Но совсем по-иному выглядела жизненная стратегия древних биотических сообществ в те отдалённые эпохи, когда атмосфера была много богаче двуокисью углерода. Об этом косвенно свидетельствуют дошедшие до наших дней колоссальные залежи нефти и каменного угля, которыми мы так широко пользуемся сегодня. По накопленным в древних геологических формациях остаткам органических веществ, не переработанных живыми организмами, можно предположить, что на первых этапах эволюции биосферы отходы жизнедеятельности просто выводились из окружающей среды и захоранивались в осадочных отложениях (нефть) или же гниющие растительные остатки накапливались быстрее, чем происходило их бактериальное разложение (каменный уголь в девоне и силуре). Подобный тип биотической стратегии можно охарактеризовать как высокоэнтропийный, т.е. сопровождающийся значительным омертвлением органического вещества и большим выходом мортмассы [Красилов, 1992, с. 32].

Поэтому необходимость более эффективного использования трофических ресурсов среды привела в ходе эволюции к созданию своего рода «безотходных технологий», на основе которых функционируют современные природные экосистемы. Этому способствовали, в первую очередь, усложнение структуры биотических сообществ за счёт увеличения разнообразия жизненных форм, а также скоррелированность видов внутри сообществ, обеспечившие возможность многократного использования органического вещества, создаваемого растительными организмами-продуцентами в процессе фотосинтеза.

Так возникла «многоярусная» система более-менее замкнутого круговорота вещества, включающая ряд последовательных этапов переработки органической продукции (трофических цепочек) – начиная с автотрофных продуцентов на её входе и заканчивая организмами-редуцентами (грибами и бактериями) на выходе. Последние, перерабатывая неразложившуюся органику до конечных низкомолекулярных соединений, делают её доступной для усвоения корневой системой растений, обеспечивая тем самым возможность повторного использования необходимых для жизни биогенных химических элементов, т.е. как бы возвращают мёртвое живому.

Однако для современной биоты, приспособленной к кислородной атмосфере, избыток углерода также неприемлем, как и его недостаток – вспомним хотя бы опасность чрезмерного парникового эффекта. Впрочем, основная масса неорганического углерода сосредоточена не в атмосфере и не в Мировом океане, а в земных недрах, в соотношении 28570 (литосфера) : 57 (океан) : 1 (атмосфера) [Марфенин, 2006, с. 80]. При этом в атмосферу и гидросферу из земных недр регулярно поступают большие количества неорганического углерода в результате вулканической деятельности, при дегазации магмы и из рифтовых разломов в океане. В вулканических газах, например, на долю двуокиси углерода приходится 15%, водяных паров – 75–80%, доля всех остальных газов (СО, СН₄, NH₃, H₂S и др.) в сумме – не более 10%. Однако в далёком прошлом Земли были периоды гораздо более активного вулканизма, по сравнению с нынешним, и, тем не менее, в атмосфере концентрация СО₂, даже на фоне существенных её колебаний, сохраняла порядок величины на протяжении сотен миллионов лет [Broecker et al., 1985; Barnola et al., 1991].

Судьба этого выброшенного в атмосферу углерода сегодня уже не составляет секрета. В минувшие геологические эпохи весь он был надёжно захоронен в осадочных породах – остатках окаменевшей биоты былых биосфер (мел, известняк), а также в виде углеводородных ископаемых (нефть, уголь, торф, горючие сланцы, природный газ и т.д.). И всё это также связано с деятельностью биоты, тысячелетиями выводившей из обращения «лишний» углерод. Эта величина выводимого ею потока была оценена экспериментально, благодаря обнаружению мельчайших вкраплений органического углерода – керогена, рассеянного в геологических отложениях. При этом выяснилось, что скорость его накопления за последние 600 млн лет составляла около 0,01 Гт в год [Будыко и др., 1985].

Особое место в регуляции глобального углеродного цикла принадлежит биоте Мирового океана. Дело в том, что в морской воде растворено в 57 раз больше углекислого газа, чем его содержится в атмосфере – 40 000 ГтС против 700 ГтС [Bolin et al., 1983]. И если он не диффундирует в земную атмосферу, то причина тому – бедный двуокисью углерода слой воды под поверхностью океана.

Слой этот толщиной в 100–200 м называется *фотическим*, поскольку именно на эту глубину проникают лучи видимой части солнечного спектра, создавая тем самым условия для фотосинтеза. Он теплее глубинных, практически не прогреваемых океанских слоев, и как бы плавает над более холодной толщей, которая отделяется от него зоной резкого, скачкообразного изменения температуры и плотности, называемой *термоклин*ом. Кроме того, этот приповерхностный слой хорошо перемешивается ветром, что в сочетании с химическими свойствами растворённых в воде карбонатов обеспечивает довольно быстрое поглощение им атмосферного СО₂ и выравнивание его концентраций в воздушной и водной среде в соответствии законом Генри–Дальтона.

Однако главная особенность фотического слоя – присутствие в нём фитопланктона, вырабатывающего в процессе фотосинтеза основную массу водной органики, служащей пищей для всех консументов океана. А процесс этот, как известно, сопровождается фиксацией (связыванием) двуокиси углерода, причём объём этой фиксации оценивается для Мирового океана величиной порядка 40 ГтС в год [Грин и др., т. 1, 1993, с. 281].

Таким образом, фотический слой играет роль своеобразного буфера, поглощая, с одной стороны, накапливающийся в атмосфере углекислый газ, а с другой – препятствуя проникновению в атмосферу растворённой в морской воде избыточной двуокиси углерода. Последний механизм получил название *биотической помпы*, поскольку выносимая из морских глубин вследствие штормов и апвеллинга²⁷ двуокись углерода включается в процесс органического синтеза у его поверхности. В последующем, по мере отмирания обитающих здесь живых организмов, этот связанный углерод вновь погружается на океанское дно, где накапливается в виде растворённого органического вещества или же в форме карбоната кальция (CaCO₃) в составе известковых скелетов организмов и захоранивается в толще осадков, частично высвобождаясь затем в процессе их разложения.

Между прочим, как пишет Н.В. Короновский, «эта роль биогенного осадконакопления ещё совсем недавно явно недооценивалась. Сейчас установлено, что из всей массы осадков 50–65% приходится на биогенный материал и ежегодно накапливается ~350 млрд т в пересчёте на сухое вещество. Материал, растворённый в океанических водах, усваивается биосом, который фильтрует океанские воды. Всего полгода требуется для того, чтобы биос профильтровал через себя всю воду Мирового океана» [Короновский, 2003]. Так океанская биота вносит свой вклад в поддержание необходимого для неё состава морской воды, сохраняемого практически неизменным на протяжении всего фанерозоя, т. е. около 600 млн лет. Аналогичным образом этот же механизм способствует выведению избыточного атмосферного углерода, связывая его через процессы органического синтеза и частично захоранивая затем в отложениях на океанском дне.²⁸

Если бы с помощью уэллсовской «машины времени» удалось перенести современного человека на миллиард лет назад и дать ему возможность взглянуть на земную сушу с высоты птичьего полета, то он не увидел бы на ней не только никаких признаков растительности, но не обнаружил бы и ландшафта в привычном для нас понимании этого слова. Вместо рек, струящихся в своих руслах, какая-то бескрайняя дельта с бесчисленными рукавами и протоками. А вместо выраженной береговой кромки, отделяющей сушу от моря, – многокилометровые пространства полузатопленных территорий («не суша, не море»). «Есть серьёзные основания полагать, – пишет К.Ю. Еськов, – что сухопутные ландшафты современного облика в те времена вообще отсутствовали» [Еськов, 2000]. А, как считает А.Г. Пономаренко (1993), «существование настоящих континентальных водоёмов, как текучих, так и стоячих, представляется весьма проблематичным до того, как сосудистая растительность несколько снизила скорость эрозии и стабилизировала береговую линию». Существует даже мнение, что в те далёкие времена суша на некотором удалении от береговой линии вообще была лишена какой бы то ни было

²⁷ Апвеллинг – подъем океанской воды из более глубоких её слоев под действием ветра, сгоняющего тёплую воду с поверхности, а также ряда других причин. Особая значимость этого процесса связана с выносом из глубин разного рода питательных компонентов, обогащающих поверхностные слои, что увеличивает их биопродуктивность.

²⁸ Мы не касаемся здесь подробностей круговорота азота, фосфора, серы и других так называемых минорных биогенов, доля которых в общей массе органического вещества, по сравнению с углеродом, относительно невелика, составляя в сумме не более 1%.

влаги, поскольку все осадки должны были выпадать над океаном или вблизи него [Горшков, Макарьева, 2006].

Иными словами, живые организмы не просто вышли на сушу, а в некотором смысле создали её как таковую, причём решающий вклад в становление наземных ландшафтов современного облика внесли высшие (сосудистые) растения. А ключевым моментом стала почвообразующая функция биоты.

Но как же могла возникнуть почва на этой безжизненной тверди с её нерегулируемым стоком? Как показали работы одного из основателей почвоведения В.В. Докучаева (1846 – 1903), почва представляет собой очень сложное образование – органоминеральное природное тело, возникшее в результате воздействия на материнские породы физико-химических факторов и биоты. Один из таких факторов – процесс разрушения, выветривания горных пород, осуществляемый, как это считалось до недавнего времени, под действием солнца, ветра, перепада температур, замерзания и оттаивания попадающей в трещины воды. И лишь в последние десятилетия удалось выявить огромную роль в этом процессе живых организмов, и прежде всего, бактерий и грибов, ускоряющих выветривание в 100–300 раз.

Попадая на выветриваемую породу, они растворяют и разрушают её поверхностный слой, в котором, после их отмирания, образуются углубления, ямки и борозды, заполненные сухой биомассой отмерших организмов. Поселившиеся на подготовленной таким образом поверхности горных пород лишайники извлекают из них необходимые для жизни химические элементы, а с другой стороны, способствуют образованию органических кислот, резко ускоряющих растворение и гидролиз минералов. При этом биота становится активным поставщиком рыхлого материала, способного, по мере его накопления, удерживать влагу вместе с растворёнными в ней органическими и неорганическими соединениями и, следовательно, представляющего собой подходящий субстрат для прорастания семян растений. А их проросшие корни, разветвляясь и пронизывая этот новообразованный почвенный слой, содействуют его структуризации и закреплению, т.е. формированию привычных нам ландшафтных форм.

Из сказанного ясно, сколь велика роль биоты в процессе почвообразования, несмотря на относительно небольшую долю в почве органического вещества (около 10%). Но непрерывный кругооборот элементов почвы сообщает ей свойства одновременно живого и неживого, или, по выражению Вернадского, биокосного вещества. Из корней растений в почву выделяются продукты их жизнедеятельности, которые частично вступают в химические реакции, а частично потребляются грибами и бактериями. Последние, перерабатывая останки растений и животных и извлекая необходимые для своей жизнедеятельности вещества, способствуют разложению органики до более простых молекулярных соединений, которые вновь становятся доступны для усвоения корнями растений.

Свой вклад в переработку неразложившегося органического вещества вносят и всевозможные беспозвоночные – личинки насекомых, многоножки, дождевые черви, питающиеся опавшими листьями, пропуская их через свой кишечник. Подсчитано, что за 100 лет дождевые черви пропускают через свой пищеварительный тракт практически весь почвенный покров суши умеренных широт толщиной в 0,5 м. При этом они измельчают и перемешивают минеральные и органические элементы почвы, улучшая её структуру, а проделанные ими ходы способствуют почвенной аэрации и облегчению роста корней [Лапо, 1987; Сорохтин, 1991].

Благодаря способности накапливать органические и минеральные вещества, а также влагу почва, служит для биоты резервуаром и источником жизни. Почвенный гумус аккумулирует колоссальные запасы углерода и биогенных элементов, причём скапливающиеся здесь органические вещества отличны от тех, что содержатся в растительных и животных организмах. Это, прежде всего, гуминовые кислоты с содержанием углерода до 50–60%. Именно они придают плодородному чернозёму его специфический чёрный цвет. И, наконец, в силу своей высокодисперсной пористой структуры, почва обладает большой суммарной поверхностью формирующих её частиц и поэтому способна удерживать значительную часть дождевой и талой воды, т.е. служит резервуаром влаги.

Древняя суша, как мы помним, была лишена этих свойств, а потому беспрепятственно возвращала в Мировой океан выпавшие осадки (так называемый плащевой, или нерегулируемый, сток). Таким образом, выйдя миллионы лет назад на сушу, биота её как бы океанизировала, создав на ней почву – своего рода океан, насыщенным наносами, а также и нынешнюю пресноводную гидросистему – болота, реки, озёра.

* * *

А теперь обратимся к тому вкладу, который вносит растительная биота в регуляцию *континентального влагооборота*. Как мы уже говорили, почва, в силу своей рыхлой структуры, представляет собой эффективный механизм удержания влаги, но удержания недолговременного. Ведь суша возвышается над океаном, имея больший или меньший уклон. А потому, подчиняясь силе гравитации, почвенная влага стекает с вышерасположенных горизонтов, собираясь в ручейки, малые и большие реки, и попадает в конце концов в океан. Объём этого ежегодного стока составляет, по современным данным, около 43000 км³ [Марфенин, 2007, с.224].

Подсчитано, что за 4 года в океан должна была бы стечь вся вода суши, накопленная в озёрах, ледниках и болотах, если бы она не пополнялась за счёт атмосферных осадков. Часть этих осадков формируется над самой сушей за счёт испарения с её поверхности, а примерно $\frac{1}{3}$, или, точнее, 35 см из 100 см выпадающих за год осадков, распределённых по всей поверхности суши, приходится на испарение Мирового океана. Иными словами, если бы океанская влага не проливалась на сушу дождём и не выпадала снегом, то менее чем через 10 лет суша вполне оправдала бы своё название – она бы полностью высохла.

Давно уже высказано предположение, что именно леса способствуют выпадению осадков над внутренними частями континентов, формируя благодаря транспирации «вторичные» облака – уже не над океаном, а над сушей. Облака эти с воздушными массами движутся внутрь континентов и увлажняют удалённые от береговой линии леса, проливаясь на них дождём или выпавшим снегом. Последние, в свою очередь, испаряют накопленную ими влагу, благодаря чему возникают «третичные» облака, и т.д.

Конечно, то, что называется кухней погоды – перемещение атмосферных фронтов, рождение гроз, формирование циклонов – область очень сложных и недостаточно изученных явлений, плохо поддающихся математической формализации и моделированию. Тем не менее, в рамках концепции биотической регуляции В.Г. Горшковым и А.М. Макарьевой была предпринята попытка на основе известных физических законов более точно описать перенос на сушу океанской влаги, связав этот процесс с функционированием растительной биоты, т.е. обосновать её универсальное влияние на процессы континентального

лагооборота. Сказанное относится, прежде всего, к ненарушенным лесным массивам, а самый механизм этого переноса авторы назвали *лесным биотическим насосом атмосферной влаги*. Но чтобы разобраться в существовании этого механизма, нам придётся более подробно остановиться на процессе *транспирации* – испарении воды листовой поверхностью растений, дающей ключ к пониманию природы данного явления.

Транспирация – некий аналог кровообращения у животных – это непрерывное движение воды с растворёнными в ней органическими и неорганическими веществами, поступающей из почвы через корневую систему растений и далее по стволным сосудам ксилемы (проводящей ткани растений) к листьям. Сосуды ксилемы представляют собой трубочки с узким просветом, диаметр которых колеблется от 0,01 мм до 0,2 мм. Чтобы поднять воду по таким трубкам к вершине большого дерева, необходимо давление порядка 4000 кПа²⁹. Но даже по самым тончайшим сосудам под действием одних лишь капиллярных сил вода не может подняться выше 3 м, тогда как высота некоторых деревьев достигает 50 и даже 100 м – как у калифорнийской секвойи или австралийского эвкалипта.

Объяснить этот феномен позволяет теория *сцепления*, или *когезии*. Согласно этой теории подъём воды от корней обусловлен её испарением в листьях, которое приводит к обеднению листовых клеток водой, а, следовательно, повышению концентрации растворённых в ней веществ. По мере выхода воды из ксилемных сосудов в столбе воды создаётся натяжение, передающееся вниз по стеблю, вплоть до корней, связанное со способностью молекул воды к сцеплению (когезии). Это свойство обусловлено их полярностью – дипольным моментом, в силу которого под воздействием электростатических сил молекулы воды притягиваются друг к другу (как бы «склеиваются») и удерживаются за счёт водородных связей. Так возникает движущая сила транспирации, которая определяется падением градиента водного потенциала, убывающего по мере возрастания концентрации растворённых в ксилемной жидкости солей. В результате вода из ксилемного сока с более высоким водным потенциалом устремляется в клетки листьев, чему способствует избирательная проницаемость клеточных мембран.

Скорость движения воды по стволным сосудам достаточно велика. У травянистых растений она составляет около 1 м/ч, а у высоких деревьев – до 8 м/ч. При этом, благодаря когезии, натяжение в сосудах ксилемы достигает такой силы, что может тянуть вверх весь столб воды. Разные оценки прочности на разрыв для столба ксилемного сока варьируют в пределах от 3000 до 30 000 кПа. В листьях же зарегистрирован водный потенциал порядка 4000 кПа. Так что прочности столба ксилемного сока, по всей вероятности, достаточно, чтобы выдержать создающееся натяжение [Грин и др., 1993, т. 2, с. 160–162].

Наконец, на самом последнем этапе вода стремится покинуть растение, поскольку водный потенциал окружающего умеренно влажного воздуха на несколько десятков тысяч килопаскалей ниже, чем в самом растении. Причём покидает его вода главным образом в парообразной форме, а для этого нужна дополнительная энергия, обеспечиваемая скрытой теплотой парообразования. Эту энергию и дают солнечные лучи, служащие, в конечном счёте, той силой, что движет процессом транспирации на всех его этапах – от почвы к корням растения и от корней к стеблям и листьям.

То, что вода необходима растению для обеспечения его жизнедеятельности, в том числе для нужд фотосинтеза, очевидно. Менее очевидно другое –

²⁹ 1 кПа (килопаскаль) = 0,01 атм.

интенсивность этого процесса. Ведь в самом растении задерживается меньше 1% поглощаемой им из почвы воды, остальные же 99% возвращаются в атмосферу через растение, так сказать, транзитом. При этом уровень транспирации, при достаточной освещённости, увлажнённости почвы и температуре окружающего воздуха, может быть очень высок. Так, например, травянистые растения, такие как хлопчатник или подсолнечник, способны терять за сутки до 1–2 л воды, а столетний дуб – более 600 л.

У большинства растений в ходе эволюции выработался ряд приспособлений, позволяющих регулировать этот процесс и при необходимости удерживать влагу. Это, например, сбрасывание листьев во время сезонных похолоданий или засухи. Это запасание влаги в слизистых клетках и в клеточных стенках различных частей растения. Это, наконец, устьица – особые поры в эпидермисе, расположенные в листьях и отчасти в зелёных стеблях, через которые происходит газообмен и испаряется до 90% воды. Благодаря специальным замыкающим клеткам устьица могут закрываться в засушливую погоду или в ночные часы, когда прекращается фотосинтез, замедляя тем самым процесс транспирации. Существуют и другие приспособления для уменьшения транспирации, сформировавшиеся в условиях засушливого климата и дефицита влаги – как, например, утолщение кутикулы (воскового слоя, покрывающего эпидермис листьев и стеблей), открывание устьиц в ночные часы и закрывание днем и т.д. [Там же, с. 167].

И всё же в обычных условиях, в силу большой листовой поверхности, характерной, прежде всего, для древесной растительности, потери воды с транспирацией могут быть очень высоки, существенно превышая испарение с поверхности водоёма, равного по площади проекции кроны дерева на почву. А если учесть, что суммарная листовая поверхность всей растительной биоты в 4 раза превосходит площадь земной суши, то станет ясно, что полное испарение естественного леса, обладающего большим листовым индексом (отношение площади освещённых листьев к площади проекции кроны на почву), может успешно конкурировать с открытой поверхностью океана той же температуры. Так, согласно расчётам, максимальное испарение воды над лесом, соответствующее усреднённому глобальному потоку солнечной энергии, поглощаемому земной поверхностью, составляет ~2 м/год, тогда как испарение с поверхности океана почти в два раза меньше: ~1,2 м/год [L'vovitch, 1979].

Не следует также забывать, что транспирация – не единственный источник формирующегося над лесом испарения, поскольку деревья обладают способностью аккумулировать значительное количество дождевой влаги или снега, перехватывая её своими кронами. Вклад, который они вносят при этом в развиваемое лесом испарение, может достигать 30%, что особенно актуально для бореальных хвойных лесов, где налипшие на деревьях снежные шубы и шапки обеспечивают поток испарения даже зимой, когда транспирация отсутствует. Поэтому ненарушенный лес способен испарять влагу практически круглогодично, и это, с точки зрения авторов концепции лесного насоса, имеет решающее значение в формировании континентального влагооборота.

Дело в том, что пассивные атмосферные геофизические потоки, переносящие влагу с океана, затухают по мере их продвижения вглубь континента, причём это затухание носит экспоненциальный характер. И чем дальше от береговой линии, тем бóльшая часть принесённых с океана осадков, в силу возвышенного положения материков, возвращается в него с речным стоком. Правда, указанная закономерность справедлива, прежде всего, для обезлесенных территорий с низкорослой степной растительностью, где на каждые 400 км проникновения

вглубь степи, саванны или прерии, граничащих с береговой линией, поток влаги и интенсивность осадков уменьшаются примерно вдвое.

Проанализированные Горшковым и Макарьевой данные градиента убывания осадков для обширных областей суши пяти континентов (рис. 11-1) показали, что пассивный геофизический транспорт влаги способен обеспечить нормальные условия для травостоя и кустарниковой растительности только в прилегающей к океану полосе шириной в несколько сотен километров (рис. 11-2, в), главным образом, в летний период.

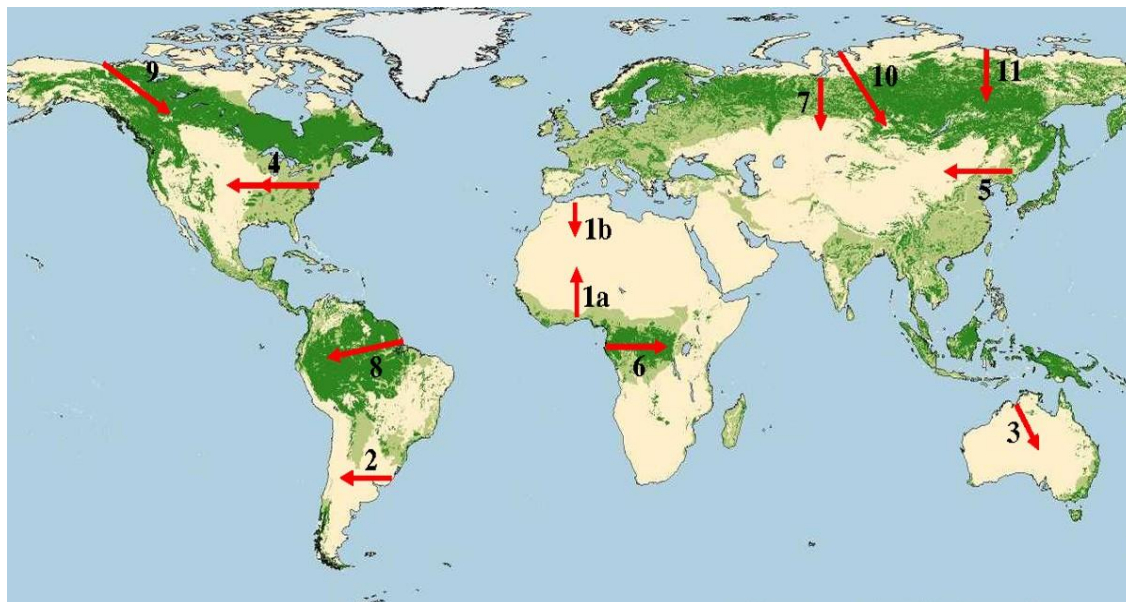


Рис. 11-1. Геофизические районы, где была исследована зависимость среднегодовых осадков от расстояния до океана. Номера на стрелках соответствуют регионам: 1a – Западная Африка, 5° вост. долготы; 1b – Северная Африка, 2 – Южная Америка, 31° юж. широты; 3 – Северная Австралия; 4 – Северная Америка, 40° сев. широты; 5 – Северо-Восточный Китай; 6 – Африка, бассейн Конго; 7 – бассейн Оби; 8 – бассейн Амазонки; 9 – бассейн Маккензи; 10 – бассейн Енисея; 11 – бассейн Лены.

Источник: Сайт биотической регуляции:

http://www.bioticregulation.ru/common/pdf/06r08o-eorpm_gm.pdf

Но как же объяснить тогда существование хорошо увлажнённых областей в глубине континентов, на расстоянии нескольких тысяч километров от океана – в Сибири, Канаде, на Аляске, в бассейне Амазонки или в экваториальной Африке (рис. 11-2 г, д, е)? Ответить на этот вопрос, исходя из одних лишь пассивных геофизических потоков, было бы, пожалуй, затруднительно, если не принять во внимание активный транспорт океанической влаги, движущим началом которого является лесной биотический насос. Точнее говоря, те атмосферные физические процессы, которые возникают над лесом вследствие транспирации или перехвата дождевой влаги древесными кронами.

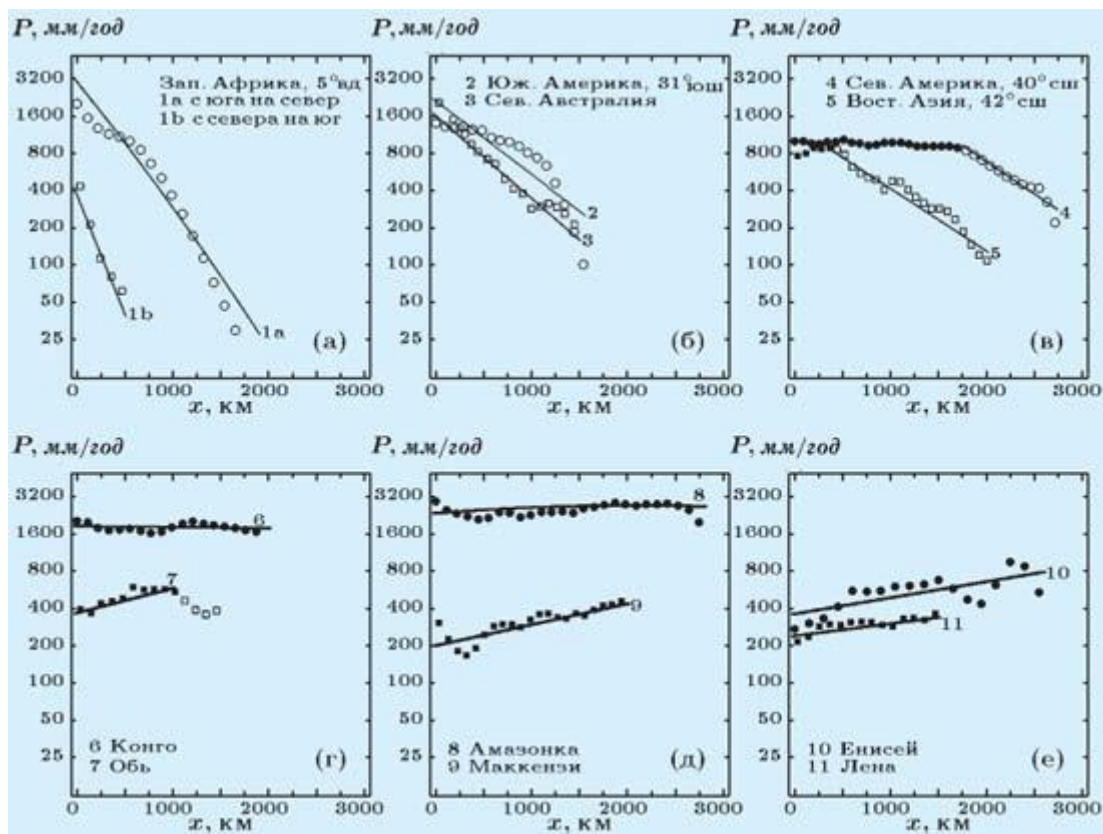


Рис. 11-2. Зависимость количества осадков P (мм/год) от расстояния x (км) до океана на обезлесенных (полые кружки/квадратики) и лесопокрываемых территориях (чёрные кружки/квадратики). Нумерация регионов как на карте (рис. 11-1). Источник: Сайт биотической регуляции http://www.bioticregulation.ru/common/pdf/06r08o-eormp_gm.pdf

Суть их, коротко, состоит в следующем. В стационарной невозмущённой атмосфере давление воздуха на любой высоте уравновешено столбом атмосферного воздуха, находящегося над этой высотой. А поскольку с ростом высоты уменьшается вес атмосферного столба над ней, то, соответственно, падает и уравновешивающее его давление. Тот, кому приходилось подниматься в горы, хорошо знает это по собственному опыту: на высокогорье труднее дышать, поскольку воздух там более разреженный. Но если другие компоненты воздуха – азот, кислород и пр. – находятся только в газообразном состоянии, то этого нельзя сказать о водяном паре, который в характерном для земных условий температурном интервале имеет две фазы – жидкую (в виде капель дождя и тумана) и газообразную. В силу этого он и ведёт себя несколько по-иному, т.е. способен переходить из одной фазы в другую.

Туман, как известно, образуется при понижении температуры. Это явление называется *конденсацией*, и каждому из нас приходилось с ним сталкиваться – например, наблюдая образование росы, оседающей в прохладные летние вечера на траву или какие-нибудь быстро остывающие, особенно металлические, поверхности. Объясняется это тем, что при понижении температуры уменьшается кинетическая энергия молекул воды и замедляется процесс её испарения, и по мере охлаждения воздуха содержащийся в нём водяной пар достигает состояния насыщения и начинает конденсироваться в капли росы. При этом, по образному выражению А.М.Макарьевой, «молекулы воды «упаковываются» в капли, занимающие в тысячу раз меньший объём, чем водяной пар – газ, из которого капли образовались. А поскольку давление воздуха у поверхности земли пропорционально общему числу молекул газа в атмосферном столбе, атмосферное

давление понижается там, где происходит конденсация» (из интервью газете «Невское время» 24.08.2014).

В физике критическая температура, при которой начинается конденсация, называется точкой росы, зависящей, в свою очередь, от давления и относительной влажности воздуха. Нечто подобное происходит с водяным паром и при подъёме в высоту, которое сопровождается, как известно, понижением температуры воздуха – примерно по 6°С на каждый километр. Так, например, на высоте 10 км, где летают современные лайнеры, температура за бортом ниже приземной почти на 60°С. Если бы, подобно другим компонентам атмосферы, водяной пар не был конденсирующимся газом, то его равновесное состояние сохранялось бы на любой высоте, вне зависимости от температуры, а его давление понижалось бы вдвое на каждые 9 км подъёма.

Однако в условиях быстрого понижения «забортной» температуры в верхних слоях атмосферы так же быстро убывает и степень критической насыщенности водяного пара – примерно вдвое на каждые 10°С, причём намного быстрее, чем падает атмосферное давление на этих высотах. А поскольку концентрация газообразного водяного пара не может быть выше насыщенной, то относительный его избыток начинает сразу же конденсироваться, исчезая из газовой фазы. А это, в свою очередь, сопровождается понижением веса водяного газа в атмосферном столбе, который уже не способен уравновешивать превосходящее его давление в более тёплых, приземных слоях атмосферы, что приводит к возникновению направленной вверх силы³⁰. Именно эта сила и увлекает за собой восходящие потоки влажного воздуха, который, возносясь в верхние слои атмосферы, также конденсируется, образуя облака и выпадая в осадки в виде дождя или снега [Горшков, Макарьева, 2006].

И вот тут мы подходим, можно сказать, к узловому моменту концепции биотического насоса. Ведь если восходящие потоки, формируемые благодаря конденсации водяного пара в верхних слоях атмосферы, постоянно подпитываются приземной влагой, то, значит, на её место должен засасываться влажный воздух из других, соседних областей, где испарение меньше. И если, как это было показано выше, испарение над ненарушенным лесным массивом превосходит испарение над поверхностью океана, то, следовательно, океанская влага будет закачиваться лесом всё дальше и дальше вглубь континента, компенсируя речной сток и обеспечивая круглогодичную влажность почвы. Правда, при условии, что лесные массивы простираются до самой береговой полосы – как это имеет место, например, в бассейне Конго, Амазонки или северных рек России и Канады, где таёжные леса граничат с заболоченными тундровыми пространствами, имеющими выход к океану. Или, по крайней мере, удалены от берега на расстояние, меньшее длины затухания пассивного геофизического транспорта (~600 км).³¹

³⁰ Эта сила не может быть скомпенсирована другими газами атмосферы, так как согласно закону Дальтона, все они пребывают в равновесии или отклоняются от него независимо друг от друга. Поэтому если в какой-то части атмосферы имел место фазовый переход одного из образующих её газов (например превращение водяного пара в туман), то в этой зоне возникает резкое падение атмосферного давления. Примерно, как если бы из-под колпака с воздухом выкачали весь кислород.

³¹ Особый вопрос – существование многотысячекилометровых покрытых лесом бассейнов Великих сибирских рек, закачивающих влагу с холодного Ледовитого океана с его низкой испаряющей способностью. Но парадокс здесь лишь кажущийся, и всё дело в разнице между интенсивностью испарения над арктическим океаном и расположенными в более южных и теплых широтах бассейнами таёжных рек, определяющей, в конечном счёте, скорость горизонтальных потоков влажного воздуха. Поэтому закачивание океанской влаги для сибирской биоты, очевидно, более простая задача, чем для тропического леса в зоне экватора. Ведь чтобы обеспечить аналогичный транспорт влаги со стороны нагретого океана, от него требуется значительно более высокий уровень транспирации.

Поэтому уничтожение лесного покрова береговой полосы свыше 600 км обрывает действие биотического насоса, и осадки в глубине континента перестают компенсировать речной сток. Почвенная влага стекает в океан, леса засыхают и речной бассейн прекращает своё существование. И все эти необратимые изменения могут произойти за весьма короткий срок – порядка 4-5 лет, требуемый для стока пресной воды, накопленной в горных ледниках, озёрах и болотах.

По всей вероятности, нечто подобное имело место 50-100 тыс. лет назад в Австралии, когда её заселили первые люди. Естественно предположить, что пришельцы, как это всегда бывает, осваивали в первую очередь побережье, истребляя попутно леса по всему периметру континента. И когда ширина этой обезлесенной полосы достигла длины затухания пассивных геофизических потоков, биотический насос оказался отрезанным от океанской влаги, и три четверти здешних аборигенных лесов уступили место австралийской пустыне. Кстати, не по этой ли причине большая часть пустынь граничит с океанским побережьем или имеет выход к внутренним морям? С позиций только что сказанного эта географическая специфика находит своё обоснование в человеческой истории, в деятельности людей, осваивавших новые территории, начиная с морского побережья.

Может показаться, что Западная Европа, на 9/10 лишившаяся своих естественных лесов, за исключением севера Скандинавии и горных районов Альп, Карпат и Пиренеев, но, тем не менее, не подвергшаяся опустыниванию, опровергает приведённые выше доводы. Однако это как раз то исключение, которое подтверждает правило. И если Европа избежала подобной участи, то этим она обязана, прежде всего, своему уникальному географическому положению – окружающим её внутренним морям и повсеместной близостью к береговой линии, в силу чего ни одна из областей этого субконтинента не отделена от неё расстоянием, большим длины затухания геофизического транспорта морской влаги.

Последнее обстоятельство, по-видимому, и рождает иллюзию безнаказанного перенесения практики истребления лесов в другие регионы планеты, для которых она наверняка окажется или уже оказалась гораздо более губительной. Впрочем, не исключено, что резкое учащение катастрофических наводнений, наблюдаемых в последние годы в Западной Европе, хотя бы отчасти связано с уничтожением аборигенных лесов в горных районах, приведшим к нарушению естественного гидрологического режима, таянию горных ледников и пр.

Но если пустыню можно считать практически запертой для влаги (рис. 11-3, а), поскольку полное отсутствие транспирации приводит здесь не к засасыванию влажного воздуха с океана на сушу, а наоборот, выносу сухого воздуха в океан, то в ландшафтных зонах типа степи и саванны испарение может превышать его интенсивность над океанической поверхностью, правда, лишь в теплое время года (рис. 11-3, б и в). В этот период с океанов и морей сюда поступает затухающий с расстоянием горизонтальный поток влажного воздуха, известный под названием летнего муссона (сезон дождей). В зимний же холодный период испарение над кустарниками и травостоем становится меньше океанического, а потому сохранившаяся здесь влага «стягивается» с суши в море, образуя сухой зимний муссон. И хотя растительность экосистем степного типа обеспечивает поддержание определённого запаса влаги и потока испарения на суше, но отсутствие сплошного лесного полога с высоким листовым индексом не позволяет ей развить его до того уровня, при котором поток влаги с океана в достаточной степени компенсировал бы речной сток.

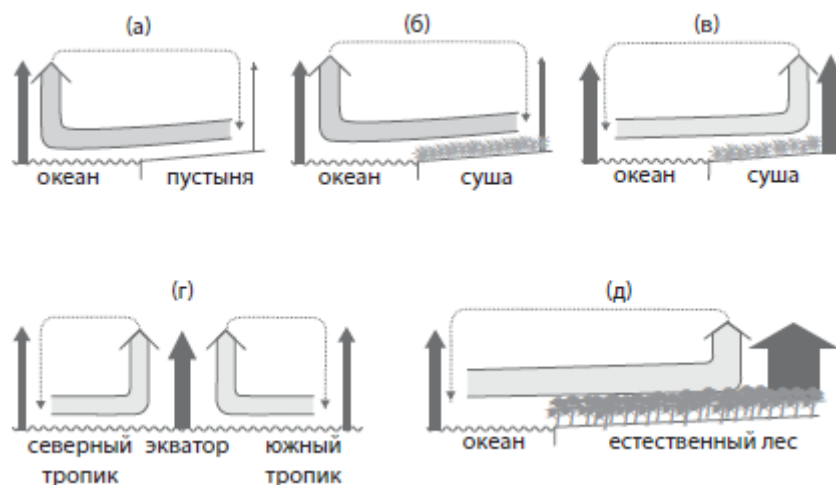


Рис. 11-3. Физический принцип распространения воздуха у земной поверхности из областей с меньшим испарением в области с большим испарением: а) пустыня «заперта» для влаги; б) зимний муссон; в) летний муссон; г) пассаты; д) биотический насос атмосферной влаги. Закрашенные стрелки – потоки испарения (величина потока пропорциональна толщине стрелки). Полые стрелки – горизонтальные и восходящие потоки влажного воздуха. Тонки пунктирные стрелки – горизонтальные и нисходящие потоки сухого воздуха. Источник: Сайт биотической регуляции <http://www.bioticregulation.ru/common/pdf/hess07.pdf>

Таким образом, полноценный биотический насос – это величайшее «изобретение» земной биоты – по-настоящему возможен лишь в условиях естественных аборигенных лесов, специфичных для данной климатической зоны, чьи генетические свойства скоррелированы с геофизическими особенностями данной местности. Поэтому первоочередной задачей человечества, по В.Горшкову и А.Макарьевой, следует признать немедленное прекращение преступной практики вырубki ненарушенных лесов на территориях речных бассейнов, в особенности, в местах их выхода на берега океанов и внутренних морей, а также планомерное восстановление лесного покрова на прилегающих к ним территориях. В противном случае мы рискуем не только лишиться доставшегося нам в наследство бесценного лесного богатства, но и превратить огромные территории освоенной суши в бесплодную пустыню.

Глава 12. БИОТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Потоки органического и неорганического углерода в биосфере – Биосфера как «рынок биотехнологий» – Порог чувствительности биоты к возмущениям окружающей среды – Механизм биотической регуляции и экологическая сукцессия – Стабилизирующий отбор как средство от распада генетической памяти биоты – Информационные потоки в биоте и цивилизации – Возможности человека по управлению окружающей средой

Вероятно, уже из материала предыдущей главы можно понять, какой уровень организации привносит биота в окружающую её неживую (абиотическую) среду, и её роль в формировании компонентов биосферы. И нельзя не отдать дань удивительной сбалансированности этого грандиозного механизма, сводящего в единое целое многосложные биохимические и гидрологические циклы, способствуя поддержанию важнейших для жизни параметров окружающей среды. Но если подобная гармоническая согласованность прослеживается в самом большом, то нетрудно догадаться, что начинается она с малого – с экосистемы и биогеоценоза, этой внутренне скоррелированной ячейки биосферы, где каждый из входящих в биологическое сообщество видов встроен в сложные трофические цепочки, по которым циркулируют энергия и необходимые для жизнедеятельности химические вещества.

Если взять за основу энергию, то начинается этот круговорот, как известно, с растений (продуцентов, фотоавтотрофов) – единственных, за исключением немногочисленных видов бактерий-хемоавтотрофов,³² организмов, способных синтезировать сложные органические молекулы из простых минеральных соединений за счёт видимой части спектра солнечного излучения (фотосинтез). Именно через них поступает в биотическое сообщество поток энергии, а также органического вещества, используемого затем организмами-консументами первого, второго и следующих порядков – травоядными животными, хищниками и детритофагами – и, наконец, разлагающими мёртвую органику бактериями и грибами (редуцентами). При этом каждый из видов занимает свою особую экологическую нишу, под которой понимается не только его физическое местообитание, но и «роль» в сообществе – характер питания и взаимоотношения с другими видами.

Так, корни, ствол и крона какого-нибудь дерева дают приют великому множеству растительноядных насекомых и их личинок, питающихся его листьями, корой и подлежащими слоями древесины. В свою очередь, сами они служат добычей хищным насекомым, птицам и насекомоядным животным. Кроме того, летающие насекомые опыляют дерево во время цветения, а птицы, склевывая созревшие плоды, распространяют его семена вместе со своими экскрементами. Когда первые, вторые и третьи завершают свой жизненный круг, в работу вступают «санитары» леса детритофаги – насекомые и другие мелкие беспозвоночные, питающиеся падалью или откладывающие в неё свои яички, из которых развиваются кормящиеся ею личинки. И, наконец, на финальной стадии этих преобразований остатки неразложившейся органики перерабатываются так называемыми истинными редуцентами – грибами и бактериями, которые разлагают её до низкомолекулярных соединений, доступных для усвоения корневой системой растений, обеспечивая тем самым возврат необходимых для жизни химических элементов от мёртвого к живому.

³² Бактерии эти обладают способностью черпать энергию для органического синтеза за счёт разложения некоторых химических соединений – сероводорода, аммиака и др., однако их роль в общем круговороте вещества и энергии сравнительно невелика.

Конечно, успешность и эффективность этого круговорота были бы невозможны, если бы масштаб потребления у каждого из видов не был сбалансирован с потреблением всех других. Так, например, если бы активность птиц, насекомоядных животных и насекомых-хищников была на порядок ниже активности короедов, тлей и прочих так называемых «вредителей», чьё размножение происходит нередко в геометрической прогрессии (потомство одной тли в 13-м поколении могло бы составить к концу лета 1024 особей!), то весь лес до самых его вершин был бы начисто обглодан за какие-нибудь считанные недели.

Но, помимо баланса видов в пределах сообщества, экологу не менее важно взаимодействие сообщества с окружающей его неживой средой. И здесь исследователь может позволить себе на время забыть о существовании отдельных видов (подобно тому, как зоолог, исследующий поведение животного, не думает о работе его сердца или почек) и подойти к биологическому сообществу как к самостоятельной функциональной единице, обращая внимание в первую очередь не на особенные, а на общие с другими черты – вне зависимости от конкретных условий или географии его местообитания. Подход этот получил в экологии название *экосистемного*, а одна из центральных его задач – выявление тех фундаментальных закономерностей, которые в равной мере присущи любым экосистемам, даже столь различающимся между собой, как, скажем, дождевой тропический лес, южнорусская степь или приполярная канадская тундра.

Начнём с простого. Есть в биологии, как и в физике, понятие *работа* – только применительно не к машине, а к живому организму. Оно отражает количественные характеристики потребления и преобразования энергии в процессе осуществления тех или иных жизненных функций. Работой в этом смысле можно назвать и внутриклеточный синтез, и транспорт веществ из одних частей организма в другие, и передачу импульса по нервному волокну, не говоря уже о механическом сокращении мышц и передвижении тела в пространстве.

Начинается этот процесс трансформации энергии, как мы уже говорили, с растений, способных улавливать её непосредственно от солнечного луча, тогда как остальные живые существа получают её вместе с пищей в форме химических связей сложных органических молекул. При этом не только отдельный организм, но и всё биотическое сообщество можно уподобить механизму, потребляющему энергию и питательные вещества для совершения некоторой сообща выполняемой работы, но уже в интересах всего сообщества. Скажем, по поддержанию влагооборота или превращению мёртвой органики в доступные для усвоения растениями низкомолекулярные химические соединения и т.д. А в итоге вектор всех этих взаимосвязанных процессов, как на уровне биогеоценоза (экосистемы), так и биоты в целом, направлен на сохранение параметров благоприятной для жизни окружающей среды, без чего она была бы просто невозможна.

Однако поддерживать благоприятные для жизни условия – значит, прежде всего, эффективно противостоять тем силам, которые постоянно готовы эту жизнь захлестнуть или, по крайней мере, отвоевать часть её пространства. И каждое такое воздействие на языке теории неравновесных систем означает одно: *возмущение*. Возмущением для биосферы является и резкое похолодание климата (оледенения), и сдвиг в концентрации необходимых для жизни химических веществ, и ураган, и лесной пожар и т.д.

Разумеется, биота не способна влиять на такие природные стихии, как вулканизм, морские приливы, тектоническая активность. Однако она может приспосабливаться к ним, формируя соответствующие механизмы, способные

компенсировать, «гасить» неблагоприятные для экосистем последствия всех этих природных стихий, сдвигая баланс потребления в сторону нейтрализации возникшего возмущения и обеспечивая тем самым возврат среды в невозмущённое состояние (аналогично действию принципа Ле Шателье для термодинамически устойчивых физико-химических систем).

В роли таких «механизмов» выступают биологические виды, включённые в структуру сообщества и определённым образом взаимодействующие между собой и с абиотической средой. А поскольку основной инструмент воздействия биоты на окружающую среду состоит в синтезе органических веществ и их деструкции – разложении на неорганические составляющие, то речь, следовательно, может идти об изменении соотношения запасов тех и других в биосфере [Горшков, 1995, с.12].

Так, избыточный углекислый газ в атмосфере может быть связан путём усиленного органического синтеза и переведён в форму органического углерода. В то же время недостаток CO₂ в атмосферном воздухе может быть восполнен за счёт разложения созданных ранее органических запасов, содержащихся в гумусе почвы, торфе и растворённом органическом веществе океана (океаническом гумусе), в которых сосредоточено более 95% всего органического вещества биосферы. При этом способность биоты создавать повышенные локальные концентрации биогенов с несомненностью свидетельствует о том, что потоки синтеза и разложения органических веществ в биосфере существенно превосходят физические потоки переноса биогенов.

Например, степень обогащения почвы органикой и необходимыми для растений неорганическими соединениями значительно превышает таковые в нижележащих слоях грунта, где живые организмы отсутствуют, из чего следует, что концентрации биогенов регулируются в почве биотически. То же самое относится и к фитопланктону, связывающему избыточную двуокись углерода, поступающую из океанских глубин (биотическая помпа). Следовательно, и здесь прослеживается та же продуктивная роль биоты, поддерживающей градиент концентрации CO₂ на порядок больший, чем если бы он был обусловлен только физическими факторами – перемешиваемостью глубинного и поверхностного океанических слоев. Таким образом, связывая растворённый в морской воде углекислый газ, биота как бы воздвигает заслон на пути его беспрепятственного диффундирования в атмосферу, способствуя поддержанию концентрации CO₂ в воздушной среде на необходимом для жизни уровне.

Другой, ещё более масштабный резервуар неорганического углерода и источник его поступления в атмосферу – вулканическая деятельность. Как подсчитали учёные, мощность этого геофизического потока равна примерно 0,01 Гт С/год. В то же время глобальный запас биосферного углерода составляет величину порядка 10³ Гт С [Degens et al., 1984; Holmen, 1992], и, следовательно, это количество могло бы накопиться за счёт поступления из земных недр за время порядка ста тысяч лет. Однако жизнь на Земле существует около 4 млрд лет, так что только за время фанерозоя (последние 800 млн лет) общее количество неорганического углерода в биосфере должно было, по идее, возрасти в десять тысяч раз, чего, как известно, не произошло. И причина тому – депонирование органического углерода в осадочных отложениях, исходным пунктом которого служит процесс выветривания горных пород. Причём, как недавно установлено, весьма существенную роль здесь играют растения и микроорганизмы [Schwartzman, Volk, 1989].

Как отмечалось выше, в процессе выветривания диоксид углерода, растворяясь в дождевых и грунтовых водах с образованием угольной кислоты, вступает в реакцию с

силикатными минералами горных пород и в форме бикарбонатных ионов выносятся в Мировой океан. Здесь, после ряда превращений с участием морской биоты и после её отмирания, углерод, уже в виде органических соединений, выводится из оборота, образуя осадочные донные отложения. Толщина этих отложений достигает местами десятков километров, и, как показали исследования последних десятилетий, в них сосредоточено в виде дисперсных вкраплений порядка 10^7 Гт С, накопленного за период примерно в миллиард лет [Будыко и др., 1985]. Таким образом, поток депонирования органического углерода в осадочных породах совпадает с геофизическим потоком неорганического углерода в атмосферу с относительной точностью порядка 0,01 Гт С/год (рис. 12-1).

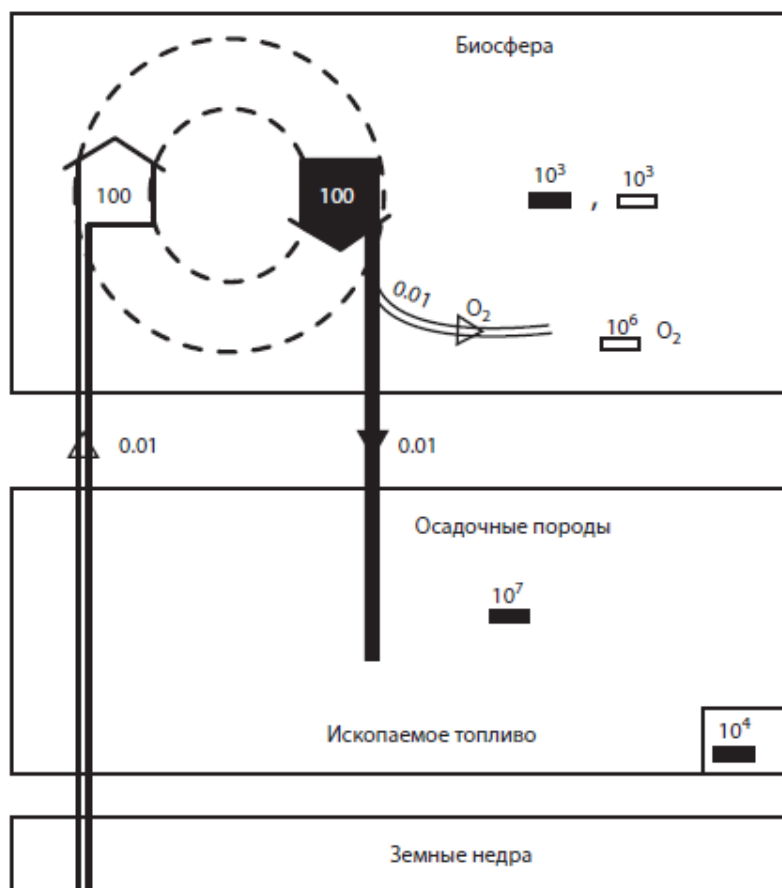


Рис. 12-1. Годовые потоки и запасы углерода в биосфере, по В.Г. Горшкову (1995). Запасы углерода – подчеркнутые цифры в единицах гигатонн углерода (Гт С). Потоки углерода – цифры на стрелках Гт С/год. Потоки и запасы органического углерода зачернены или подчеркнуты жирной линией, соответственно. Потоки и запасы неорганического углерода изображены светлыми стрелками или подчеркнуты легкой линией. Поток депонирования органического углерода в осадочных породах равен разности его синтеза и разложения в биосфере. Этот поток совпадает с чистым потоком неорганического углерода в биосферу с относительной точностью порядка 10^{-4} . Потоки синтеза и разложения совпадают с той же точностью, что обеспечивает постоянство запасов органического и неорганического углерода в биосфере на протяжении фанерозоя ($6 \cdot 10^8$ лет). Весь кислород, освобождаемый при фотосинтезе, накапливается в окружающей среде (подчеркнутая легкой линией, цифра в Гт O_2) и не депонируется в осадочных породах [Горшков, 1995, с.14].

С другой стороны, нельзя не отметить совпадение по порядку величины глобальных запасов в биосфере неорганического и органического углерода, что говорит о равенстве потоков органического синтеза и органической деструкции, с высокой точностью поддерживаемом биотой. Правда, сегодня ещё нет

возможности измерить их непосредственно с достаточной степенью достоверности. Так что мы можем судить о них лишь по порядку величины $\sim 10^2$ Гт С [Whittaker, Likens, 1975; Holmen, 1992, Горшков, 1995], а о тенденции изменения этих запасов в прошлом – по косвенным данным. Так, например, исследования содержания CO₂ в пузырьках воздуха из ледяных кернов Антарктиды и Гренландии, извлечённых с различной глубины и, следовательно, разного возраста, показали, что его концентрация в атмосфере оставалась более-менее постоянной в течение последних 10 тысяч лет [Neftel et al., 1982]. А за время, измеряемое сотнями тысяч лет, концентрация CO₂ в атмосфере сохраняла порядок величины [Barnola et al., 1991]. И такое совпадение, конечно, не может быть случайностью, свидетельствуя об огромном потенциале естественной биоты, обеспечивающем компенсацию возмущений окружающей среды в интересах сохранения её стабильности.

Вместе с тем, на основе показанных на рисунке соотношений можно рассчитать, с какой скоростью «прокручивает» биота за счёт процессов синтеза и разложения весь органический и неорганический углерод биосферы. Отношение запасов того и другого ($\sim 10^3$ Гт С) к продуктивности глобальной биоты ($\sim 10^2$ Гт С/год) характеризует время оборота биогенного запаса биосферы, имеющее порядок десятков лет. То есть при наличии одного только синтеза органических веществ весь неорганический углерод биосферы мог бы быть израсходован и переведён в органические соединения за считанные десятки лет. Точно так же справедливо и обратное: при наличии одного лишь разложения весь органический углерод биосферы может быть израсходован и исчезнуть также за десятки лет.

В связи с этим не может не возникнуть вопрос: а зачем «нужна» биоте эта огромная и, казалось бы, явно чрезмерная биологическая продуктивность? Ведь для компенсации возмущений, подобных поступлению неорганического углерода в результате вулканической деятельности, ей, в принципе, хватило бы продуктивности на четыре порядка меньшей. Однако геофизические процессы на Земле отличаются непостоянством, и, наряду с более или менее ординарными возмущениями окружающей среды, в геологической летописи имели место значительно более серьёзные катаклизмы, вроде великих оледенений, резких всплесков вулканической активности или падения крупных астероидов. Поэтому избыточную мощность биоты в плане синтеза и разложения органики нельзя трактовать иначе как приспособительную, осуществляемую, так сказать, «про запас». Это позволяет ей в относительно короткие сроки компенсировать также и экстремальные возмущения окружающей среды, обеспечивая тем самым возможность выживания большинства биологических видов – как это было, например, при последнем оледенении.

Однако огромная мощность, развиваемая биотой, таит в себе определённую опасность для окружающей среды, которая при нарушении паритета синтеза и разложения может претерпеть резкие изменения за время порядка нескольких десятилетий. Такое возможно, например, в случае глубоких изменений внутренней структуры биоты, о чём будет сказано ниже. А пока лишь отметим, что попытки рукотворного преобразования природы, как и стремление довести до максимально возможного уровень продуктивности искусственных агроценозов, чреватые гораздо бóльшим возмущением окружающей среды и её ускоренной деградацией, чем даже полное локальное уничтожение биоты, как, например, в случае опустынивания.

Об этом косвенно свидетельствует и быстрый рост концентрации двуокиси углерода в атмосфере на протяжении последнего столетия, что до недавнего времени связывалось лишь с сжиганием ископаемого топлива. Казалось бы, в ответ на подобное возмущение окружающей среды биота, реагируя в соответствии с

принципом Ле Шателье, должна поглощать избыток углекислого газа, скопившегося в атмосфере. Однако глобальный анализ землепользования [Houghton et al. 1983; Houghton et al., 1987] показывает, что на освоенных человеком территориях суши количество органического углерода, накапливаемого нарушенными экосистемами, не увеличивается, а уменьшается. Причём скорость выброса углерода в атмосферу из возмущённой континентальной биоты совпадает по порядку величины со скоростью выбросов ископаемого углерода от сжигания угля, нефти и газа [Watts, 1982; Rotty, 1983]. Но чем это грозит биосфере и какие следуют отсюда практические выводы, мы расскажем подробнее в гл. 15.

* * *

Но как же всё-таки поддерживается биотой столь точный паритет синтеза и разложения органических веществ на протяжении тысячелетий и даже геологических периодов? Ведь необычайная сложность жизни, выражающаяся, прежде всего, в высокой степени скоррелированности живых систем на биомолекулярном, клеточном и организменном уровнях, является одновременно и её ахиллесовой пятой. Ибо чем сложнее организация любой системы, тем больше подвержена она постепенному накоплению в ней неупорядоченности (энтропии) и тем неизбежнее перспектива её деградации и распада. Это правило справедливо даже для генетической программы организма, этой своего рода гарантии воспроизводства жизни в череде поколений, также подверженной накоплению деструктивных изменений, проявляющихся в потомстве каждой отдельной особи, причём доля таких дефектных особей является количественной характеристикой вида. Так, например, у человека из каждых 700 новорождённых один страдает синдромом Дауна, а из ста доживших до 55 лет один заболевает шизофренией, предрасположенность к которой является, как известно, генетической.

От упомянутых выше типов и уровней скоррелированности живых систем не сильно отличаются и биогеоценозы – элементарные ячейки биосферы, где каждый из видов занимает свою, не перекрываемую другими видами экологическую нишу, выполняя свою специфическую часть работы по стабилизации окружающей среды. При этом скоррелированность в пределах отдельно взятого сообщества может быть достаточно жёсткой. Так, например, каждый из десяти с лишним тысяч видов лишайников представляет собой вовсе не организм, а симбиоз организмов: строго определённой водоросли и определённого вида гриба [Farrar, 1976]. Некоторые насекомые могут питаться лишь одним-единственным видом растений [Raven, Johnson, 1998], а цветки некоторых из них могут опыляться лишь определённым видом бабочек и т.д. Поэтому в нормальном, невозмущённом сообществе отсутствует межвидовая конкуренция и, благодаря почти полной замкнутости круговорота веществ, практически не возникает отходов. Собственно, именно необходимостью поддержания высокой степени замкнутости круговорота веществ и диктуется необходимость существования устойчивых биологических сообществ.

Но если скоррелированность биогеоценотического сообщества вызвана необходимостью поддержания паритета между органическим синтезом и разложением, то она же, эта скоррелированность, служит причиной его относительной недолговечности и неизбежного, с течением времени, распада. Распад сообщества сопровождается накоплением в нём мутантных особей, всё больше отклоняющихся от видового стандарта, и постепенным ослаблением скоррелированности видов, которые, в борьбе за пищевые ресурсы, начинают занимать перекрывающие друг друга экологические ниши. Подобное сообщество, будучи уже не в состоянии поддерживать стабильность локальной окружающей среды, теряет свою конкурентоспособность и, в конце концов, исчезает с лица Земли.

Такое противоречие между конечностью как отдельного, так и «коллективного» организма (биогеоценоза) и бесконечностью жизни в целом природа решает хотя и расточительным, но единственно возможным путём – на основе конкуренции и отбора автономных (в рамках одного и того же вида) особей или независимых (в рамках экосистемы) биологических сообществ. При этом в популяции сохраняются лишь особи с неискажённой генетической программой и сообщества с видовой структурой, сохраняющей способность успешно компенсировать случайные флуктуации и возмущения окружающей среды.

Интересно, что к этому же принципу конкурентного взаимодействия пришло в конце концов и человечество в итоге его многотысячелетней социальной эволюции: так функционирует свободный рынок, вытесняющий на обочину неэффективных товаропроизводителей. Распространив этот принцип на такие природные структуры, как биогеоценозы и экосистемы, Горшков пришёл к представлению о его универсальности для природы и общества. И не случайно одну из глав своей монографии «Физические и биологические основы устойчивости жизни» (1995) он назвал «Биосфера как “свободный рынок”»³³.

Если читатель не забыл ещё про тот огонь критики со стороны эволюционистов, что обрушился в своё время на гипотезу «Гея», то теперь не лишне было бы напомнить главные моменты, отчёркивающие водораздел между этими двумя концепциями – Дж. Лавлока и В.Горшкова. Там – грандиозный глобальный механизм, объединяющий в нераздельное целое живые и неживые компоненты биосферы в интересах сохранения необходимых для жизни параметров планетарной окружающей среды. Здесь – «рынок биотехнологий», формируемый великим множеством биологических «субъектов» – сообществ и особей. Там – колоссальная сложность пронизывающих биосферу потоков вещества и энергии, поддерживаемых на протяжении десятков и сотен миллионов лет, но, вместе с тем, изначально неустойчивых и обречённых на неизбежный распад и гибель. Здесь – необходимость постоянного подтверждения своей «экологической состоятельности» и права на место под солнцем для каждой отдельной особи и каждого локального сообщества, проходящих сквозь сито конкурентного отбора и этим закрепляющих в потомстве свой видовой и генетический состав. Таким образом, природа, по Горшкову, «наводит порядок», работая с необозримым множеством независимых операционных единиц на основе статистического закона больших чисел, минимизируя тем самым случайные флуктуации, угрожающие существованию любой сложно организованной системы.

А если спуститься на одну-две ступеньки ниже – от биологического сообщества к отдельной особи, то и здесь можно привести примеры того, как решает биота свои задачи аналогичным путём уже на организменном уровне. Это, например, «распределительная» кровеносная система у животных, использующая множество нескоррелированных друг с другом кровяных телец с целью надёжного обеспечения клеток кислородом (эритроциты) и обезвреживания чужеродных

³³ Нельзя не заметить, что аналогия эта несколько огрубляет наши представления о процессах в живой природе. Ведь свободный рынок потому и называется свободным, что доступ на него ничем и никем не ограничен и новые рыночные агенты, возникнув вне рынка, вступают в соревнование с уже действующими там фигурантами. В биосфере же дело, по-видимому, обстоит совершенно иначе, и виды или сообщества не появляются на пустом месте, а эволюционируют. Поэтому новые и более эффективные сообщества не конкурируют со старыми, а замещают их на том же биотопе без всякой конкуренции. Конкуренция же с «соседями», возникает на более позднем этапе развития, представляя собой как бы уже вторичное явление. Таким образом, эволюция сообщества – это согласованный и синхронизированный процесс, включающий в себя эволюцию всех составляющих его видов. Ничего подобного на свободном рынке, разумеется, нет и быть не может, так что аналогию с рыночными отношениями в рамках концепции биотической регуляции можно считать справедливой лишь отчасти.

организму элементов (лейкоциты). Или хаотическая масса случайно ориентированной листвы у деревьев и кустарников, позволяющая максимально улавливать энергию солнечного луча, и т.д.

Особое место в концепции биотической регуляции занимает понятие чувствительности биоты к возмущениям окружающей среды, на котором остановимся несколько подробнее. Дело в том, что, подобно гипотезе «Гея», теория Горшкова, с точки зрения эволюционистов, также имеет свои уязвимые места, хотя и совсем иного порядка. Как мы уже отмечали, в центре внимания классической эволюционной теории лежит судьба индивида, отдельной особи, за что её в шутку даже окрестили индивидуалистической. Но не зря говорят, что в каждой шутке есть доля правды, и данная тоже не является исключением. В самом деле, естественный отбор в дарвиновском его понимании имеет дело с разнообразными вариациями особей одной и той же популяции (вида), с разной степенью успешности приспосабливающихся к меняющимся условиям окружающей среды, что даёт больше шансов на выживание (сохранение в потомстве своего генотипа) одним, и лишает такого шанса других. При этом тем, кто оказался адекватен изменившейся среде обитания, в общем, нет дела до того, в какую сторону направлены эти изменения и не угрожают ли они, в конечном счёте, благополучию популяции или биологического сообщества в целом. Для них достаточно и того, что они сами на данный момент выжили и оказались приспособлены к сложившимся конкретным условиям.

И совсем по-другому обстоит дело, когда критерием отбора является способность к выполнению работы по стабилизации окружающей среды. Казалось бы, отбор не должен делать различий между сообществами или входящими в их состав особями в зависимости от того, лучше или хуже справляются они с этой своей миссией. Ведь в случае ухудшения условий среды обитания в равно невыгодном положении оказываются и те и другие, как и наоборот. И, более того, сообщества, успешно работающие «на общее благо» и затрачивающие на это часть своих энергетических ресурсов, должны проигрывать в конкурентном отношении тем сообществам, которые эти ресурсы экономят. Как же выживают они тогда в борьбе за место под солнцем, и почему за миллиарды лет существования жизни её способность к биотической регуляции не исчезла в бесконечной череде мутаций, передаваясь из поколения в поколение?

Чтобы найти выход из этого теоретического тупика, Горшков предложил ввести понятие *чувствительности биоты* – ε к внешним возмущениям. Согласно этому понятию биота реагирует только на такие изменения окружающей среды, которые превышают некоторый определённый порог ε (если иметь в виду отклонение параметра окружающей среды от его среднего значения).

Вероятно, кто-то из внимательных читателей, бывая летом в лесу, сумел заметить, что под густыми сводами некоторых деревьев дышится по-другому, чем на открытой, свободно продуваемой поляне. И даже температура и влажность здесь как будто различаются с соседними участками. Деревья в пределах своей кроны способны поддерживать некоторый локальный микроклимат и влагосодержание почвы на площади распространения их корневой системы [Горшков, Макарьева, 2006]. А специалисты-почвоведы обратили внимание на другое: при переходе от дерева к дереву даже одной породы почвенный разрез нередко имеет видимую на глаз границу – по цвету, структуре и текстуре. Но ведь формирование почвы, как это давно установлено, обеспечивается согласованной работой всех компонентов биоценотического сообщества, в том числе, микроорганизмов и грибов. И если результаты этой работы могут различаться даже на соседних участках близко

стоящих деревьев, то это лишь подтверждение тому, что каждое такое сообщество выступает как самостоятельная ячейка биологического круговорота.

Конечно, локальная среда в масштабах отдельного дерева и скоррелированной с ним почвенной биоты несравнима с поддерживаемой в гомеостатическом режиме внутренней средой животного организма. Первая продувается ветрами, омывается ливнями, и поэтому разного рода флуктуации здесь практически неизбежны. А, кроме того, процессы перемешивания в атмосфере и физического расплывания биогенов в почве, на первый взгляд, сводят на нет возможные различия локального «микрокосма» биоценологических сообществ. И всё же способность отдельных взрослых деревьев формировать внутреннюю атмосферу кроны, в которой содержание углекислого газа, например, может отличаться от его средней атмосферной концентрации, не вызывает сомнений. И весь вопрос в том, как реагирует на такие различия сама биота.

Согласно проведённым оценкам, чувствительность биоты по отношению к изменениям большинства параметров окружающей среды соответствует величине в 10^{-2} – 10^{-3} [Gorshkov et al., 2000, 2004]. Таким образом, в случае, если неблагоприятный для сообщества сдвиг концентрации углекислого газа в атмосферном воздухе составит менее 10^{-2} – скажем, 1/1000 процента, то биота этого изменения не заметит и на него не отреагирует. В то же время разница в концентрации CO_2 в 1% для нормального сообщества может оказаться уже критичной и привести к его функциональной перестройке. Эта перестройка может выразиться, например, в депонировании избыточного углерода в органическом гумусе почвы, или же – при недостатке CO_2 в атмосферном воздухе – в усилении процессов деструкции и высвобождении неорганического углерода. То же самое относится и к влагосодержанию почвы и окружающего воздуха, на которое отдельные деревья могут в известных пределах оказывать своё влияние, как в сторону его повышения, так и понижения (за счёт изменения транспирации вертикального градиента температуры под пологом леса, выброса в атмосферу биогенных аэрозолей и других, пока ещё мало изученных процессов) [Горшков, Макарьева, 2006, с. 38–39].

Таким образом, сообщества, обладающие чувствительностью $\approx 10^{-2}$, приобретают хоть и небольшое, но всё же ощутимое преимущество по сравнению с мутантами, у которых $\epsilon > 10^{-2}$, неспособными поддерживать локальную окружающую среду в благоприятном для себя режиме. Эта способность деревьев поддерживать чувствительность на уровне $\approx 10^{-2}$ закрепляется генетически в процессе индивидуального отбора. В результате, деревья-мутанты, утратившие эту способность, т.е. недостаточно чувствительные ($\epsilon > 10^{-2}$), будут постепенно вытесняться из экосистемы.

А теперь представим себе ситуацию, когда вследствие тех или иных дестабилизирующих воздействий, например, вулканических выбросов углекислого газа, его концентрация в атмосфере существенно превысила оптимальные для биоты значения. Тогда, при соответствующем уровне чувствительности образующих экосистему биотических сообществ, этот поступающий в неё неорганический углерод начнёт связываться и переводиться в неактивную органическую форму. И если общая площадь, занимаемая такой экосистемой, достаточно велика, возникнет глобально значимый физический поток биогена из внешней окружающей среды в область функционирования жизни. Очевидно, что этот поток будет существовать до тех пор, пока концентрации CO_2 в пределах экосистемы и вне её не сравняются друг с другом с точностью, соответствующей чувствительности биоты, т.е. пока глобальная концентрация биогена во внешней среде не достигнет благоприятного для биоты значения. Такова принципиальная

схема механизма биотической регуляции, передаваемого из поколения в поколение в процессе конкуренции и отбора отдельных биотических сообществ.

* * *

Одним из аргументов в пользу биотической регуляции окружающей среды может служить открытое Г. Коулсом и подробно изученное Ф. Клементсом явление *экологической сукцессии*. Сукцессия – это процесс эволюционирования экосистем, отличающийся чётко выраженной стадийностью и как бы запрограммированной сменой одних доминирующих видов другими.

Так, например, какой-нибудь вновь образовавшийся вулканический остров посреди океана заселяется сине-зелёными водорослями (цианобактериями) и пионерными сообществами лишайников, не нуждающихся в почвенном покрытии, и должен пройти порою с десятков лет, прежде чем они сформируют почвенный слой, на котором смогут найти для себя условия более сложные организмы. Сначала это могут быть мхи и лишайники, затем луговая растительность, ещё позже кустарники и, наконец, деревья. И каждое предыдущее сообщество как бы за руку приводит за собой последующее, уступая ему свое место и передавая «эстафетную палочку». А на заключительной стадии сукцессии формируется такое самодостаточное и устойчивое сообщество, которое, в отсутствие внешних возмущений, способно неопределённо долго поддерживать равновесие с окружающей средой при постоянстве биомассы и плотности образующих его специфичных видов. Примерами таких завершающих сукцессию сообществ, называемых климаксовыми, могут служить дубовые леса на влажных глинистых почвах или типичные для европейского севера бореальные сосновые леса на супесчаных почвах и ельники на суглинистых.

Приведённой выше последовательностью заселения голой вулканической поверхности может быть проиллюстрирована так называемая *первичная сукцессия*. Но аналогичная стадийность наблюдается и в процессе *вторичной сукцессии* – скажем, при восстановлении хвойного леса после рубки или пожара.

Так, спустя первые 30 лет на месте лесной гари можно наблюдать максимальную хаотичность растительного покрова и максимальную энтропию в распределении продуктивности по отдельным кустарниковым и древесным породам. В этот период деревья растут с максимальной скоростью и имеют стерильную, не участвующую в метаболических процессах древесину. Лес восстанавливает себя сам, а его способность к регуляции локальной окружающей среды в это время минимальна. Такие быстро растущие леса, ещё не накопившие мёртвой органики, при разложении которой происходит возврат углекислого газа в атмосферу, особенно активно депонируют углерод, что весьма существенно, но уже в глобальном аспекте. В то же время, из-за отсутствия старых, отмирающих деревьев разомкнутость круговорота веществ в подобных сообществах достигает десятков процентов [Горшков: Структура..., 1980].

И лишь по прошествии нескольких десятков лет после возмущения эта разомкнутость, как показывают измерения продуктивности, прироста биомассы и изменений концентрации неорганических веществ в почве, уменьшается до нескольких процентов [Bormann, Likens, 1979]. А ещё через 50–70 лет восстанавливается и продуктивность повреждённого сообщества, его листовая поверхность и, в основном, замкнутость круговорота биогенов с максимальной их концентрацией в верхних горизонтах почвы. Наконец, при давности повреждения в 150 лет восстанавливается большинство характеристик сообщества – его биомасса, толщина лесной подстилки, содержание и распределение химических веществ в почве, а также замкнутость круговорота биогенов. Окончательное же

восстановление леса – формирование разновозрастной структуры древесного яруса – происходит лишь спустя 200–300 лет после рубки или пожара [Finegan, 1984].

Существенные изменения претерпевает в ходе вторичной сукцессии и химический состав окружающей среды. В первую очередь это касается почвы. Локальные концентрации отдельных биогенных элементов могут изменяться в ней в десятки и даже сотни раз, что в значительной мере обусловлено жизнедеятельностью видов, определяющих направленность сукцессионных изменений. Такие виды, с учётом их роли в возрождающейся после возмущения экосистеме, Горшков предложил называть *ремонтными*.

К типичным ремонтным видам бореальных хвойных лесов относятся, например, берёза, ольха, осина, ягодные растения, шляпочные грибы и большинство животных, питающихся этими видами. А наиболее примечательная особенность ремонтных видов состоит в их способности сдвигать концентрацию питательных веществ окружающей среды в неблагоприятную для себя, но благоприятную для приходящего им на смену поколения сторону. Именно этим объясняется феномен сукцессионной стадийности – вытеснение господствующего на данный момент ремонтного сообщества и приход на его место следующей ремонтной генерации, находящей на время оптимальные для себя условия, чтобы в свой час уступить место новой доминирующей группе. И, наконец, на последней, завершающей стадии сукцессии концентрация биогенов в локальной среде достигает значений, благоприятных для климаксовых и относительно неблагоприятных для всех ремонтных видов. Таким образом, нарушенное сообщество возвращается к своему первоначальному, устойчивому – климаксовому состоянию. Вот некоторые характерные его черты:

- накопление к исходу вторичной сукцессии всё большей доли доступных питательных веществ в биомассе сообщества при одновременном обеднении ими абиотических компонентов системы – воды и минеральных пластов почвы.
- увеличение количества образующегося детрита.
- превращение детрита в основной источник питательного вещества в экосистеме, а детритоядных организмов – в главных её консументов, взамен травоядных, и т.д. [Грин и др., 1984, т. 2, с. 111-112]

В подобных условиях именно климаксовые виды обретают максимальную конкурентоспособность, образуя устойчивую популяцию, которая способна поддерживать выгодный для себя режим неопределённо долгое время. Что же касается ремонтных видов, то они тоже сохраняются в климаксовом сообществе, но лишь в форме отдельных «маргинальных» особей, образующих сильно разреженную популяцию, в силу тормозящего влияния неблагоприятной для них среды. И так – до следующего цикла.

Таков, в главных чертах, процесс сукцессии, строго специфичный для каждого типа климаксового сообщества, но развёртывающийся по единой описанной выше схеме, вне зависимости от его географического местоположения.

Однако всё это справедливо только в отсутствие регулярных возмущений, которые могут не только затормозить вторичную сукцессию, но и совсем оборвать её. Если же возмущения приобретают систематический характер, то это чревато необратимым повреждением экосистемы, которая «забывает» программу своего восстановления и уже не возвращается к климаксовой фазе. Такое наблюдается, например, при регулярной рубке леса с целью получения деловой древесины или при систематической его обработке ядохимикатами для избирательного

подавления роста малоценных пород деревьев, а также при искусственном прореживании и расчистке зрелого леса от перестойных деревьев, упавших и гниющих стволов.

Последнее, между прочим, является грубейшим и опасным вмешательством в жизнь природного сообщества, поскольку именно зрелый лес представляет собой наиболее здоровое тело биосферы, в котором, при полной сбалансированности круговорота веществ, нет и не может быть ничего «лишнего». Прирост листвы лимитируется деятельностью грибов и бактерий, а все органические составляющие как крепких, так и перестойных деревьев используются в процессе жизнедеятельности других организмов. Таким образом, широко практикуемая периодическая рубка с характерными интервалами в 50 лет фактически обрывает процесс восстановления первичного климаксового леса с его замкнутым круговоротом веществ и способностью к компенсации возмущений окружающей среды. Поэтому для возврата к невозмущённому состоянию биосферы интервалы между последовательными рубками леса должны быть увеличены по крайней мере до 300 лет, т.е. сокращены примерно в 6 раз. А с учётом того, что повсеместные рубки превосходят сегодня объём естественного прироста, речь должна идти о сокращении лесозаготовок в общемировом масштабе как минимум в 8–10 раз (подробнее об этом см. гл. 15).

* * *

Излишне напоминать, что описанная выше стадийность сукцессии не могла бы воспроизводиться на протяжении тысячелетий, если бы не была зафиксирована в генетической памяти биоты, а значит, и в геноме каждого отдельного вида. Так, к примеру, все ремонтные в рамках данной сукцессии виды генетически запрограммированы на то, чтобы изменять параметры окружающей среды в неблагоприятную для себя и благоприятную для климаксовых видов сторону. Хотя, учитывая особую роль последних в поддержании стабильности окружающей среды, нетрудно понять, что выигрывает от этого не только биота в целом, но, в конечном счёте, и сами ремонтные виды. Соответственно, и способность климаксового сообщества к поддержанию благоприятных условий для всего живого неразрывно связана с соответствующей генетической информацией и определённым набором биологических видов, в генетической памяти которых она записана.

Однако генетическая память, как и любая другая упорядоченная информация, подвержена со временем постепенному разрушению и распаду. Поэтому, говоря о способности биоты к поддержанию выделенных условий окружающей среды, нельзя обойти вниманием и тот механизм, что способствует сохранности этой генетической программы в процессе её наследования. Согласно концепции биотической регуляции, механизм этот, как уже говорилось выше, это конкуренция и отбор особей и их сообществ.

Эволюционная теория различает, как известно, несколько типов естественного отбора, в зависимости от задач, которые ставят перед популяцией меняющиеся условия среды, – движущий, стабилизирующий, дизруптивный (разрывающий) и т.д. В концепции биотической регуляции речь идёт, прежде всего, о стабилизирующем отборе, направленном на консервацию средних фенотипических признаков и обеспечивающем тем самым приспособленность популяции к привычным для неё условиям существования. Отфильтровывая особей с крайними фенотипическими отклонениями, он блокирует на популяционном уровне стирание генетической информации вследствие случайных мутаций, поддерживая тем самым упорядоченность системы и препятствуя накоплению в ней энтропии.

Но ведь отбор особей есть в известном смысле процесс измерения их качества, т.е. степени пригодности к выполнению той или иной биологической работы. И, как любой процесс измерения, он должен, очевидно, обладать некоторой разрешающей способностью – например, реагировать на мутантные изменения генома только выше определённого порога. При этом особи с явно изменённой генетической программой и выраженными аномалиями, ведущими к снижению их конкурентоспособности, т.е. менее приспособленные по Дарвину, вытесняются из популяции, тогда как остальные, с изменениями ниже этого порога, благополучно минуют сито стабилизирующего отбора, создавая почву для внутривидового генетического разнообразия.

Существование этого порога реагирования на мутантные изменения позволяет объяснить феномен *дискретности видов*. Ведь если ход эволюции непрерывен во времени, а виды постоянно адаптируются к меняющимся условиям среды, то чем тогда вызвано отсутствие среди них промежуточных, или переходных, форм, прослеживаемое как на современном материале, так и по палеонтологическим данным? Но всё становится на свои места на фоне описанной выше трактовки стабилизирующего отбора, «не замечающего» малосущественных фенотипических отклонений, но отсекающего таковые выше определённого видового порога. В то же время существование такого порога даёт ключ к пониманию удивительного видового постоянства, сравнимого по длительности с геологическими периодами.

И всё же возможны ситуации, когда стабилизирующий отбор как бы отступает на задний план, освобождая место на авансцене жизни другим формам естественного отбора. Такое бывает, например, при исчерпании регуляторных возможностей биоты на переломных этапах её исторического развития. Как уже отмечалось, существует целый ряд абиотических процессов, как в недрах Земли, так и в космосе, находящихся за пределами регулирующего воздействия биоты. Один из ярких тому примеров – происшедшая 2,2 млрд лет назад трансформация восстановительной атмосферы Земли в окислительную, когда биосфера, по выражению Г.А. Заварзина, как бы «вывернулась наизнанку», превратившись по преимуществу в азотно-кислородную с немногочисленными бескислородными «карманами», в которых нашли убежище анаэробные микроорганизмы [Заварзин, 2001].

Причиной этому послужил процесс формирования центрального ядра планеты, куда под влиянием гравитационных сил переместилась большая часть железа, в результате чего резко снизилась концентрация в морской воде закисного железа (FeO). И если в предшествующие примерно 1,5-2 млрд лет весь кислород, образующийся в процессе жизнедеятельности анаэробных прокариот, затрачивался на окисление атмосферных газов (NH₃, CH₄, CO и H₂S) и растворённого в океанской воде закисного железа, то теперь высвобождающийся кислород стал накапливаться в атмосфере, что сказалось почти на всей прокариотной биоте, которая в своей массе не была приспособлена к жизни в окислительной среде. В результате этих катастрофических событий на Земле произошла глобальная смена видового состава биоты, и место преобладавших до тех пор анаэробных микроорганизмов заняли сравнительно малочисленные на тот момент фотосинтезирующие цианобактерии (синезелёные водоросли, древнейшие из прокариотов), использующие для строительства органических молекул воду и углекислый газ, а в качестве энергетического источника – видимую часть солнечного спектра.

Но даже несравнимо меньшие по масштабам трансформации окружающей среды, сопровождавшиеся массовым вымиранием видов, на протяжении истории Земли происходили не так уж часто – в среднем раз в сто миллионов лет на

протяжении последнего полумиллиардного периода [Raven, Jonson, 1988; Jablonsky, 1994]. Причём время, требуемое для смены видового состава биоты, исчислялось миллионами лет и занимало целые геологические периоды.

Увы, наблюдаемый сегодня процесс деградации окружающей среды и сопутствующие ей потери биоразнообразия вследствие хозяйственной деятельности человека сделались уже сопоставимы с темпами трансформации биоты в минувшие геологические эпохи. Но несопоставимы временные рамки этих перемен, отличающиеся на несколько порядков. И чем же может ответить на них биота? Быть может образованием новых видов, на которое, по палеонтологическим данным, требуются десятки тысяч лет эволюционного развития? Очевидно, что нет, хотя теоретической возможности возникновения некоторых новых видов, особенно среди бактерий, в ответ на антропогенные изменения окружающей среды полностью исключить нельзя. Зато гораздо реальнее на сегодняшний день угроза генетической дезорганизации существующих видов и, как следствие, – утрата ими генетической памяти о механизме биотической регуляции, передаваемом из поколения в поколение.

Дело в том, что стабилизирующий отбор по-настоящему эффективен лишь в условиях природной экологической ниши каждого вида. При этом особи с нормальной или незначительно изменённой генетической программой обладают наибольшей конкурентоспособностью и образуют популяцию, в генетической памяти которой хранится информация также и о свойствах вида, отвечающих интересам сохранения окружающей среды, и о самой окружающей среде, приближенной к потребностям существования вида.

Однако при искажении естественных условий обитания, когда генетически запрограммированные способы реагирования на внешние воздействия становятся неадекватными новой реальности, конкурентоспособность таких особей резко падает, и зелёный свет получают особи с нарушенным геномом и с изменённой генетической памятью. И это относится не только к домашним животным или культурным растениям, давно уже оторвавшимся от своих природных корней, но и к множеству так называемых синантропных, т.е. тесно связанных с человеком диких видов, чья экологическая ниша была деформирована под влиянием условий, порождённых цивилизацией. Таковы, например, домовые мыши, уже неспособные вернуться к своему естественному состоянию, или воробьи, увеличившие свою численность на несколько порядков и также почти не встречающиеся вне зоны человеческого обитания.

По-видимому, аналогичная картина имеет место и в интенсивно эксплуатируемых человеком лесах, которые практически уже не могут возвратиться к климаксовой фазе, поскольку генетическая информация об оптимальной для климаксовых видов окружающей среде при этом теряется безвозвратно. И на фоне искусственного поддержания желательных человеку ремонтных видов это означает фактически утрату сообществом его способности к биотической регуляции. А в случае «освоения» человеком всей биосферы этот механизм может быть утрачен уже в глобальном масштабе. И тогда «хозяину планеты» не останется, по-видимому, ничего другого, как взять управление окружающей средой в свои руки, т.е. заменить биотическую регуляцию техногенной. Но насколько это отвечает его реальным возможностям? Вот как трактуется этот вопрос в рамках концепции биотической регуляции окружающей среды.

* * *

Жизнь, как известно, – процесс, характеризуемый не только усвоением и переработкой вещества и энергии, но и информационной составляющей. По плотности информационного потока и по эффективности переработки этой информации существует непроходимая пропасть между биотой и цивилизацией. Так, например, поток информации (обмен веществ) в отдельно взятой бактериальной клетке (10^8 бит/сек) сопоставим по мощности с информационным потоком в персональном компьютере, причём в роли логических элементов выступают здесь молекулярные «ячейки памяти», а датчиком измерения параметров среды служит сама клетка.

На каждый квадратный микрон поверхности Земли приходится несколько функционирующих живых клеток – планктона в океане, растений, бактерий и грибов на суше, которые неслучайным образом реагируют на локальные изменения окружающей среды. Общее количество бактерий на Земле оценивается величиной $3 \cdot 10^{27}$, а число клеток в биосфере примерно на порядок больше. Таким образом, поток информации, перерабатываемый биотой Земли, составляет $10^8 \cdot 10^{28} = 10^{36}$ бит/сек, причём этот процесс преобразования информации осуществляется почти без затрат энергии, т.е. при к.п.д. близком к единице [Gorshkov et al., 2000, p. 211-212].

Современные компьютеры, чей совокупный объём памяти позволяет хранить всю культурную информацию человечества, отличаются быстродействием и высоким к.п.д. Тем не менее, от «молекулярных технологий» биоты их отделяет бездна. Так, если снабдить персональными компьютерами, совершающими 10^{11} операций в секунду, всех жителей Земли, то полный поток обрабатываемой информации не превысит $10^{20} - 10^{21}$ операций в секунду, что на 15 порядков меньше, чем в биосфере. Что же касается энергоэффективности, то мощнейшие современные компьютеры, способные выполнять до 10^{16} операций в секунду, потребляют мощность около 10^7 Вт, а их затраты энергии на операцию составляют порядка 10^{-9} Дж – т.е. на 12 порядков больше, чем в биосфере. И если покрыть такими суперкомпьютерами, каждый из которых занимает площадь около 100 м^2 , всю Землю, то обрабатываемый ими полный поток информации составил бы 5×10^{28} бит/сек – в двадцать миллионов раз меньше, чем в биосфере. При этом поток энергии, который потребляла бы такая компьютерная сеть, превышал бы в сто тысяч раз энергопотребление в биосфере [Макарьева и др., 2014].

Вероятно, при нынешних темпах технологического прогресса этот разрыв между информационными потоками в биоте и цивилизации может быть в обозримом будущем сокращён на 5 или 6 порядков – за счёт увеличения числа компьютеров и повышения их быстродействия. Но если бы даже этот разрыв удалось устранить совсем, всё равно это не решило бы проблемы и не позволило бы создать техническую систему управления окружающей средой, эквивалентную биотической. В частности, потому, что взаимодействие с окружающей средой у компьютеров нового поколения будет принципиально отличаться от такового в живой клетке, где молекулярные ячейки памяти совмещены с элементами взаимодействия с окружающей её средой. Причём всё это справедливо не только для одноклеточных организмов, но и для грибов и высших растений, сохраняющих это свойство благодаря их большой эффективной поверхности – тончайшим ветвящимся гифам грибов, высокому листовому индексу, разветвлённой корневой системе и т.д.

Но главное даже не в этом, главное – в ограниченных возможностях человеческого мозга, особенно ярко проявляющихся в процессе его взаимодействия с компьютером. Чтобы проиллюстрировать этот тезис, напомним известную проблему автоматического и ручного управления.

Ручное управление осуществляется на основе врождённой и приобретённой информации, а также периферической импульсации, поступающей по каналам обратной связи из органов чувств, и лимитируется скоростью обработки этой информации центральной нервной системой. Автоматическое управление базируется на компьютерных программах и осуществляется со скоростью, в миллионы раз превосходящей возможности человека. Причём последний должен быть абсолютно уверен в правильности заложенной в компьютер программы, многократно испытывая её в ходе предварительных экспериментов. И всё-таки разного рода нештатные ситуации нередко вынуждают его брать управление в свои руки, полагаясь на собственный опыт, знания и интуицию, пусть даже в ущерб скорости выполняемых операций.

С этой точки зрения биосферу можно рассматривать как глобальную распределённую систему микроскопических компьютеров, а биотическая регуляция эквивалентна управлению, в котором скорость обработки информации на тридцать с лишним порядков превосходит психические возможности человека и на 10–15 порядков – возможности компьютерного управления. По сути, это система автоматического управления окружающей средой, базирующаяся на программах, отработавшихся на протяжении миллиардов лет. Палеонтологические данные свидетельствуют, что примерно раз в сто миллионов лет происходила смена земной биоты, сопровождавшаяся массовым вымиранием старых видов. Как полагает В.Г.Горшков, причины таких перемен обуславливались геофизическими и внеземными факторами. То есть на протяжении последнего миллиарда лет биосферой было опробовано не более десяти программ управления окружающей средой, каждая из которых была уникальна для своей эпохи и поддерживалась биотой на протяжении максимально возможного периода времени. При этом новые биотические программы проходили в процессе эволюции многотысячелетнюю «экспериментальную» проверку, сохраняя в то же время преемственность универсальной биологической организации жизни.

Следовательно, человечеству, по Горшкову, в поисках адекватной замены биотической регуляции окружающей среды также понадобятся десятки, если не сотни тысяч лет, поскольку проверка и корректировка подобных программ поневоле будет осуществляться в режиме ручного управления. Но у людей нет в запасе такого времени, чтобы создать техническую систему управления окружающей средой, ибо процесс антропогенной деградации биосферы развивается гораздо быстрее и счёт здесь идёт на сотни лет.

Впрочем, людям и не следует ставить перед собой подобных целей. Напротив, отдавая должное великому совершенству биоты, им надлежит делать всё от них зависящее, чтобы её сохранять, восстанавливая максимально возможную часть того, что было разрушено за тысячелетия варварского отношения к природе. И если человечество научится жить с ней в гармонии с природой, то никакие технические средства для регуляции окружающей среды ему просто не понадобятся. А своим растущим силам оно сможет найти более разумное применение.

Трудно найти серьёзного эколога, который не подписался бы под этими словами. И всё же, заканчивая раздел, посвящённый узловым моментам концепции биотической регуляции (её трактовке экологической ёмкости биосферы будет отведена гл. 14), мы погрешили бы против истины, если бы ограничились лишь одной стороной медали. Потому что не все, увы, биологи и эволюционисты

разделяют эту концепцию – многие относятся к ней с насторожённостью, усматривая здесь некую тенденцию к упрощению.

«Теория молчаливо предполагает, – говорится в письме проф. Н.Н.Марфенина, адресованном одному из авторов этой книги, – что если не биотические процессы, то абиотические вполне понятны и просчитываемы. Но нет, именно абиотические процессы намного сложнее схем, до сих пор изучены весьма недостаточно и поэтому не просчитываемы. Нельзя из расчётов круговорота углерода делать выводы относительно роли биоты, так как роль *абиоты* остаётся недостаточно ясной». А известный микробиолог академик Г.А.Заварзин в своей статье «Антирынок в природе», отчасти солидаризируясь с позицией В.Г.Горшкова («описание сообщества как эволюционирующей целостности очень близко совпадает с моим пониманием центральной проблемы макроэволюции»), тем не менее, характеризует его подход как «стремление перевести на язык «физтех» процессы эволюционной биологии» [Заварзин, 2007, с.123].

А вот что, развивая ту же мысль, пишет в другом своём письме проф. Марфенин: «Физики выделяли главные переменные, писали уравнения и находили константы, а в биологии, если это и получалось, то только применительно к частным явлениям и решениям. Слишком много переменных плюс переплетающиеся связи, для которых пока что не подходит никакая система уравнений плюс варьирующие константы» (см. также [Данилов-Данильян, 2010]).

Такова на сегодня, если говорить всю правду, ситуация вокруг концепции биотической регуляции окружающей среды. Не разделяется большинством эволюционистов и та гипертрофированная роль, которая отводится в ней стабилизирующему отбору в ущерб другим механизмам эволюции (см., например, [Лима-де-Фариа, 1991; Чайковский, 2010; Марков, 2015]). В то же время, едва ли правомерно объяснять эволюцию воздействием на биоту одних лишь внешних – внеземных и геофизических факторов. А если исходить из предположения, что функционирование биотических сообществ целиком подчинено интересам поддержания «выделенных» условий земной жизни, то как объяснить, например, происхождение невероятного видового многообразия или такое явление, как преадаптация³⁴?

И всё же мы не случайно отвели этой концепции столь существенное место в нашей книге. В конце концов, не так много в наши дни можно назвать теорий такого ранга, как концепция биотической регуляции окружающей среды или гипотеза «Гея». И та и другая содержат немало продуктивных идей, и если не являются истиной в последней инстанции, то всё-таки существенно нас к ней приближают, во всяком случае, способствуют такому приближению. А, кроме того, каждая из них представляет свежий, нетривиальный взгляд на глобальные процессы трансформации вещества и энергии в окружающем природном мире, позволяя многое в нём переосмыслить. Это относится также и к идее устойчивого развития, которая в рамках концепции биотической регуляции получает новое наполнение, особенно в том, что касается сохранения природных, в особенности лесных, экосистем (см. об этом гл. 15). Быть может впервые в истории научной мысли роли ненарушенных экосистем отводится настоящее, подобающее им по праву место.

³⁴ Эволюционный парадокс, связанный с функциональной перестройкой органов, не имевших в момент своего возникновения той приспособительной ценности, которую они получили в ходе дальнейшей эволюции. Например, плавательный пузырь у рыб, преобразовавшийся в лёгкие у наземных животных.

И лишь одно вызывает чувство невольной досады и недоумения. Ведь как бы ни относиться к теории В.Г. Горшкова, но замалчивать её при всех условиях недопустимо. Истина, как известно, рождается в споре, но никакая по-настоящему серьёзная дискуссия не коснулась пока этой теории, хотя её развёрнутое изложение было опубликовано более 20 лет назад. И это положение едва ли можно признать нормальным. Поэтому хотелось бы думать, что эта книга также внесёт свой вклад в преодоление этого странного «заговора молчания». И чем больше узнает о ней не только специалистов, но и всех, кто по-настоящему озабочен тревожным состоянием окружающей среды, тем лучше. Богатство заложенных в этой концепции идей побуждает к серьёзным размышлениям, заставляя новыми глазами взглянуть на окружающий нас хрупкий природный мир, и осознать ту роковую роль, которую может сыграть в его судьбе неразумное отношение к нему человека.

Часть V НА ВЕСАХ НАУЧНОГО ПОДХОДА

13. Основания устойчивости в природе и обществе. 14. Устойчивое развитие под знаком экологической ёмкости биосферы. 15. Предпосылки устойчивого развития и сохранность экосистем по странам и континентам. «Особый проект» для России. 16. Что даёт идея коэволюции

Глава 13. ОСНОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

«Устойчивое развитие» – предыстория термина – «Развитие, которое не ставит под угрозу благополучие будущих поколений» – Развитие без роста в живой природе – Конкурентные отношения в биоте и в социуме – Темпы роста цивилизации и эволюционирование биоты – Слово обеспокоенных учёных

Проблемы устойчивости, *устойчивого развития*, или Sustainable development, этого едва ли не самого знаменитого термина конца XX – начала XXI века, мы уже касались в предыдущих главах. Но теперь пришла пора поговорить о нём подробнее.

Что это – действительно путеводная нить по выходу из охватившего мир глобального кризиса или только очередная широковещательная кампания, вроде заявлений с высоких трибун, делавшихся в СССР в начале 1960-х гг. о том, что «нынешнее поколение советских людей будет жить при коммунизме»? И знает ли кто-нибудь по-настоящему, что это такое – устойчивое развитие? Ведь до недавнего времени человечество как-то без него обходилось, руководствуясь вековым опытом и практикой, нередко, впрочем, базировавшимися на своекорыстных интересах тех или иных политических, национальных или социальных групп, а также на системе разного рода балансов и противовесов. При этом отношения между отдельными странами строились, как правило, на временных договорах и альянсах, которые, однако, легко могли быть нарушены в случае изменившегося расклада сил на политической шахматной доске. То был, по сути, путь стихийного развития, а сопутствующая ему до поры до времени глобальная экологическая устойчивость определялась сравнительной малочисленностью населения Земли и его слабой технической вооружённостью.

Однако с наступлением XX века ситуация коренным образом переменялась. Человек овладел дотоле неизвестными ему источниками энергии и оказался способен воздействовать на окружающий мир в невиданных прежде размерах. И если прежде социальные катаклизмы, революции и войны были чреватые бедствиями главным образом локального характера, хоть и сметавшими порою целые народы и государства, то с появлением современного оружия массового уничтожения любой полномасштабный ядерный конфликт способен уничтожить всё живое на Земле, что показали в 1983 г. российский геофизик академик Г.С. Голицын и американский астроном Карл Саган с сотрудниками. Эта гипотеза Голицына – Сагана проверялась одновременно на компьютерных моделях в Вычислительном центре АН СССР [Моисеев и др., 1985] и коллективом специалистов в США, и в обоих случаях компьютерные расчёты подтвердили правильность её выводов³⁵. А такое, казалось бы, безобидное техническое новшество, как запатентованный в 1928 г. хладагент фреон, нашедший широкое

³⁵ Правда, не все современные климатологи, в том числе и поддерживающие гипотезу Голицына – Сагана, находят эти расчёты убедительными. Дело в том, что модели оказались слишком чувствительными к изменениям исходных данных, так что даже небольшие их вариации приводят к существенным изменениям результатов.

применение в холодильных агрегатах, обернулось через полвека угрожающими «озоновыми дырами» над полярными областями планеты.

Вместе с тем, важнейшим завоеванием общественной мысли последних десятилетий стало понимание того, что экологическая устойчивость не может рассматриваться вне зависимости от социального и экономического аспектов. Ведь на фоне технической вооружённости современного человечества даже обычный корпоративный эгоизм может привести к самым непредсказуемым и опасным последствиям, как это едва не случилось в 1980-е гг. в Советском Союзе, где проталкивавшиеся с завидным упорством проекты поворота северных рек были тесно увязаны с ведомственными интересами министерства водного хозяйства.

Таким образом, сама жизнь поставила человечество перед поиском такого пути развития, которое не вызывало бы дестабилизации окружающей среды, а с другой стороны, способствовало гармонизации общественных отношений, пронизанных чувством ответственности за судьбу нашего общего дома – планеты Земля. Эта идея всеобъемлющей стабильности природного окружения и социума, отношения к жизни как хрупкому дару, который необходимо беречь, чтобы передать его, как эстафету, следующим поколениям, потеснила в сознании человека второй половины XX века пафос реформатора и преобразователя мира, определявшего до той поры настроения миллионов людей по обе стороны «железного занавеса». Вот тогда и прозвучали в 1992 г. с трибуны Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро слова об устойчивом развитии как альтернативе прежнему, природоразрушительному курсу цивилизации.

Характерно, что первыми идею устойчивого развития выдвинули экономически успешные страны, и это не случайно. Давным-давно разрушив большую часть своих собственных экосистем, они раньше других осознали те экологические последствия, что несёт остальному миру попытка повторить их путь. Поэтому предупреждение об исчерпаемости природных ресурсов на фоне продолжающейся экспансии цивилизации, которое прозвучало из Рио-де-Жанейро, явилось свидетельством того, что проблема эта стала, наконец, фактом общественного сознания.

Однако у термина устойчивое развитие, как это часто бывает, имелась своя предыстория. В середине XX века учёные и менеджеры, занимавшиеся вопросами регулирования рыболовства в Канаде, использовали выражение *sustainable yield* (устойчивый промысловый запас), понимая под ним такую систему эксплуатации рыбных ресурсов, при которой последние не истощаются, а ежегодный вылов рыбы соответствует возможностям воспроизводства популяции. А почти за сто лет до этого ту же идею, только применительно к другим ресурсам и с использованием иной терминологии, выдвинули немецкие лесоводы. И здесь также имелась в виду аналогичная система эксплуатации лесов, при которой вырубка не превосходит естественного прироста, а добыча древесины осуществляется без природных потерь (теперь такая система называется неистощительное лесопользование). Подобная эксплуатация ресурса может продолжаться неограниченно долго при условии постоянства климатических и других, не зависящих от человека факторов.

Но лишь в конце в 1980-х гг. этот термин как бы обрёл новое звучание и, благодаря Докладу Комиссии Брундтланд, под названием *Sustainable development* прочно вошёл в широкий научный оборот. Однако было бы преувеличением считать, что и сегодня, четверть века спустя, мировое сообщество имеет ясный, выкристаллизовавшийся взгляд на существо устойчивого развития и единое мнение о путях его практической реализации.

Собственно, уже первое его определение, данное в Докладе Брундтланд «Наше общее будущее» (1987), давало известную почву для разночтений. Так, например, в главе 2 Доклада говорится, что «устойчивое развитие является развитием, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности» [Наше общее будущее, 1989, с. 59]. Но что понимать под потребностями будущих поколений? Приравниваются ли они к нынешним потребностям жителей развитых стран или тех, кто лишь мечтает о достигнутом ими уровне, хотя и не могут быть причислены к числу бедствующих? И как понимать слова о развитии, не ставящем под угрозу природные системы, «от которых зависит жизнь на Земле: атмосферу, водные ресурсы, почву и живые организмы» [там же, с. 60], если при этом не уточняется характер и специфика подобной угрозы? Ведь то, что человек в той или иной мере оказывал и, видимо, будет оказывать негативное влияние на биосферу, увы, не вызывает сомнений – недаром же Ф. Ницше назвал его «болезнью природы». И весь вопрос в том, чтобы это возмущающее воздействие не превышало порога компенсаторных возможностей биоты.

Словом, многое в этих формулировках представляется недостаточно проработанным, а главное, не имеет под собой полноценной теоретической базы. И этот методологический изъян, быть может, и неизбежный на этапе осознания проблемы, породил множество противоречивых, а порой и весьма произвольных трактовок этого ключевого для современности понятия. Причём особый разнобой наблюдается там, где речь заходит о принципиальной совместимости устойчивости и роста с характерным смешением или даже путаницей этих двух смысловых категорий.

Так, некоторые авторы утверждают, что устойчивость и развитие находятся в противоречии друг с другом, а потому от чего-то в этой паре понятий следует отказаться [Валянский, Калюжный, 2002]. Здесь можно бы напомнить, что развитие с философской точки зрения есть частный случай движения, как, впрочем, и наоборот: движение к гражданскому обществу, движение к социальному равноправию и т.д. А устойчивость движения – одно из фундаментальных понятий в математике, восходящее к Ж.Л. Лагранжу и С.Д. Пуассону и развитое А. Пуанкаре и А.М. Ляпуновым. Под ним подразумевается такое движение, которое, начавшись в точке некоей заданной трубки, не выходит за пределы этой трубки. Движение здесь отождествляется с изменением, а устойчивость – с инвариантностью, с постоянством какого-либо отношения или свойства объекта, сохраняющегося при любых изменениях в рамках конкретного, фиксированного класса потенциально возможных изменений [Данилов-Данильян, 2003].

В таком случае развитие цивилизации, социальной группы или экономической системы можно считать устойчивым, если оно сохраняет некий инвариант – в особенности, если речь идёт о таких существенных свойствах системы, от которых зависит её выживание. Для цивилизации в целом таким инвариантом является тот предел её давления на окружающую среду, за которым иссякают адаптационные возможности биосферы и начинается её необратимая деградация (подробнее об этом см. гл. 14). Что же касается другой пары понятий – роста и развития, то здесь разночтения отчасти обусловлены многовариантностью английского *to develop*, означающего и «развиваться», «совершенствоваться», и «расти», «расширяться». И это как бы добавляет оснований авторам, связывающим устойчивое развитие с ростом, пусть и замедленным, лимитируемым сферой наличных ресурсов и не выходящим за пределы ассимилирующей способности природных экосистем [Making Development Sustainable, 1994].

Но, так или иначе, подавляющее большинство исследователей допускает в рамках устойчивого развития ту или иную форму экономического роста, который в общественном сознании с давних пор фигурирует как панацея. «Люди поддерживают идеи роста, – говорится в книге «Пределы роста. 30 лет спустя», – поскольку полагают, что это приведёт к повышению их благосостояния. Правительственные чиновники уверены в том, что рост – универсальное средство буквально от любых проблем. В богатых странах считают, что рост необходим для того, чтобы повышались занятость, социальная мобильность, техническая оснащённость. В бедных странах рост считают единственным средством выхода из нищеты. Многие полагают, что рост необходим, чтобы иметь достаточные ресурсы для защиты окружающей среды. <...> Все это приводит к тому, что рост воспринимается как нечто позитивное, желаемое» [Медоуз и др., 2007].

А, между тем, при всём переплетении этих понятий между ростом и развитием существует достаточно глубокое смысловое различие, зафиксированное, в том числе, и в языковой практике. Так, *to grow* (расти), согласно толковому словарю Meriam-Webster Dictionary, означает расти, увеличиваться в размерах, обладать растущим влиянием, а в переходном значении – вызывать рост, развиваться. А вот смысловая парадигма *to develop* (развиваться). В переходном значении – способствовать росту чего-либо, расширять процессом роста, в непереходном значении – пройти через процесс естественного роста или развития путём последовательных перемен, проявиться, развиться.

Таким образом, налицо важная отличительная черта, позволяющая до известной степени развести понятия роста и развития. И если рост – процесс по преимуществу количественных изменений, то развитие – структурных, качественных. А, следовательно, каждый из этих процессов подчиняется своим особым законам и даёт несхожие результаты, различающиеся подчас радикально. Так, например, постоянно усиливающееся давление цивилизации на биосферу, достигшее уже границ её адаптивных возможностей и где-то даже вышедшее за эти границы, – наглядный пример необузданного количественного роста, попирающего любые ограничения и пределы, а потому чреватого самыми опасными последствиями. Но если человечество, как думают некоторые, действительно обречено на непрерывный рост в той или иной его модификации, то резким контрастом ему в этом смысле может служить биота.

В самом деле, процесс становления и эволюционирования экосистем, откуда, собственно, и заимствовано понятие *sustainability*, строится, по-видимому, на совсем иных основаниях, чем обустроиваемый человеком мир, а их поведение характеризуется как раз феноменом развития без роста. Возьмём ли мы тропический лес или тундровое сообщество – все эти эволюционно сложившиеся экологические системы давно уже развиваются только качественно, но – при условии климатической стабильности – не прирастают ни территориально, ни в объёмных физических размерах (заметим, что В.И. Вернадский считал массу живого вещества величиной, не зависящей от времени). И пределов для такого качественного развития, по всей вероятности, не существует, чему свидетельство – колоссальная сложность биоты. А стимулом для него служит её постоянный «диалог» с окружающей средой, и, в том числе, поиск наиболее эффективных механизмов её регуляции и стабилизации, а в случае внешних возмущений – путей возвращения окружающей среды в границы стабильности.

Хотя после особенно сильных и продолжительных возмущений, например, великих оледенений, этот возврат достигается уже на путях эволюционного видообразования, т.е. радикальной перестройки внутренней структуры биоты, что требует сотен тысяч и даже миллионов лет, а изменившиеся при этом условия как

бы задают цель очередного этапа эволюции. Однако на эту «цель» не следует смотреть как что-то жёстко заданное, поскольку эволюционирующая биота, включая и локальные сообщества, «сдвигает» её в «удобном» для себя направлении. При этом имеют значение два следующих обстоятельства. Во-первых, такие «сдвиги» определены потенциалом биоты и её сообществ и, соответственно, имеют пределы своих возможностей. А, во-вторых, достижение целей на каждом конкретном этапе эволюции – это как бы частная задача, при решении которой должны одновременно решаться задачи и более общего характера. Например, рост общего адаптивного потенциала биоты, обеспечивающий её выживание в случае возможных катастрофических изменений окружающей абиотической среды.

* * *

Казалось бы, эволюция и прогресс человечества также основаны на принципах отбора, взаимной адаптации и конкуренции этносов, культур и цивилизаций. И, тем не менее, для него, наоборот, характерен непрерывный и всё ускоряющийся рост – демографический, экономический, материальный, последний из которых нередко приравнивают к прогрессу. Но если конкурентные отношения в биоте один из способов обеспечения её долговременной стабильности, то в случае человеческой цивилизации, как правило, имеет место нечто прямо противоположное. Здесь конкурентные отношения цивилизационных подсистем оказываются зачастую едва ли не главным источником неустойчивости мирового сообщества.

Но связана ли эта «ахиллесова пята» человечества с какими-то фундаментальными особенностями его бытия? Думается, что да. И здесь, прежде всего, хотелось бы обратить внимание на самый способ взаимодействия человека со средой обитания, который резко выделяет его среди остальных населяющих Землю живых существ. Потому что если все прочие биологические виды тем или иным способом соотносят и приспособливают свою жизнедеятельность к окружающей среде, то человек – единственный из всех, кто пошёл принципиально иным путём, приспособливая среду к своим нуждам и потребностям. «Человек – единственное существо, которое отказывается быть тем, что оно есть, – писал в 1951 г. Альбер Камю в своей книге «Человек бунтующий», имея, правда, в виду не экологические (о которых в то время мало что было известно), а социальные аспекты нашего бытия. – Проблема в том, чтобы выяснить, не может ли такой отказ привести человека к уничтожению других и самого себя» [Камю, 1998, с. 69].

В это связи особенно важны отличия механизма наследования устойчивости, основой которого у биоты является её генетическая память, тогда как в человеческой цивилизации, как структуре надбиологической, последняя дополняется ещё и внегенетической памятью, то есть культурой. При этом в культуре следует различать её базовую часть – мировоззренческие, духовно-нравственные ценности – и комплекс практических знаний и умений, включая сюда и технологии, которыми владеет человечество.

Но если базовая составляющая культуры изменяется крайне медленно, образуя ядро устойчивости социума, то практический опыт и знания век от века прирастают всё стремительней, поневоле вовлекая в этот процесс окружающий природный мир. Собственно, здесь-то и кроется разгадка непрерывно ускоряющегося роста цивилизации, несопоставимого по своим темпам с эволюционированием биоты. И именно эта коллизия и породила в наши дни ситуацию экологического вызова. Ведь наращивая свою технологическую мощь, экономический и финансовый капитал, человек не может, соответственно им, повысить продуктивность капитала природного, определяемую совсем другими,

естественными процессами – поступающей на Землю солнечной энергией, способностью её усвоения растительной биотой, скоростью биохимических реакций и т.д.

Так что прозвучавшее в 1992 г. из Рио-де-Жанейро предупреждение, понятное до того лишь узкому кругу специалистов, о том, что глобальная экосистема на самом деле истощима, что в экономике необходим учёт экологического фактора и что технический прогресс далеко не всегда обеспечивает прогресс социальный, явилось бесспорным интеллектуальным прорывом, позволившим привлечь внимание к проблеме со стороны самых широких кругов мировой общественности. И в тот же самый год с тревожным «Предостережением человечеству от учёных мира» выступила большая группа учёных из 70 стран – всего около 1700 человек, включая 102 Нобелевских лауреатов, входивших в «Союз обеспокоенных учёных». «Человеческие существа и мир природы находятся на пути к столкновению, – говорилось в их заявлении. – Способность Земли обеспечивать потребности растущего числа людей ограничена, и мы быстро приближаемся к многим из соответствующих пределов. <...> Остаётся не более одного или нескольких десятилетий до тех пор, когда шансы устранить возникающие перед нами угрозы будут утрачены и перспективы для человечества неизмеримо сократятся» (цит. по [Кондратьев, 1996]).

Словом, идея устойчивого развития была выдвинута как раз тогда, когда осознание её стало необходимостью. Она явилась первой серьёзной попыткой найти выход из цивилизационного тупика, связанного с самыми основами существования человечества, для которого материальный рост давно уже сделался самоцелью. Эта фетишизация роста с некоторых пор всё больше тревожит и экономистов. «Экономика роста и её взаимосвязь с научными исследованиями в области развития требует радикального переосмысления, – говорится в Докладе ООН о развитии человека (2010 г.). – Огромное количество литературы по теоретическим и эмпирическим вопросам в этой области почти полностью уравнивает экономический рост и экономическое развитие. <...> Теоретические и эмпирические модели, исходящие из того, что люди стремятся лишь максимизировать потребление, явно недостаточны для исследования развития человека» [Доклад о развитии, 2010].

Но слишком глубокие корни пустила эта психология, вовлекая в свою орбиту не только жителей развитых стран, но и всё более широкие слои населения «третьего мира», включая таких гигантов, как Китай, Индия и Бразилия. По сути дела, речь идёт о ценностном выборе, перед которым, может быть даже не отдавая себе в этом отчёта, стоит человечество XXI века и от которого, в конечном счёте, будет зависеть успех или неуспех перехода к устойчивому развитию.

Глава 14. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПОД ЗНАКОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЁМКОСТИ БИОСФЕРЫ

Предупреждение номер один для человечества – Закон распределения энергопотоков в биоте – Энергетическая квота крупных животных – Хозяйственная ёмкость биосферы как интеграл её предельного возмущения – Энергетический коридор человеческой цивилизации – «Географический эквивалент» порога возмущения биосферы – Ещё раз о возможности техногенного управления окружающей средой

Если человек в процессе своей хозяйственной деятельности постоянно дестабилизирует окружающую среду, то биота с самого своего возникновения, наоборот, способствовала поддержанию её устойчивости, её sustainability, как необходимому условию своего существования. На ранних этапах возникновения жизни работа эта выполнялась одноклеточными прокариотами, сформировавшими основу современной биогеохимической машины [Заварзин, 2000]. Позднее ту же миссию приняли на себя и многоклеточные организмы, прежде всего растения и грибы, которые вместе с одноклеточными формируют основную биомассу, насыщают атмосферу кислородом, поглощают избыток углекислого газа и принимают участие в образовании осадочных пород. Мировой океан, играющий ведущую роль в стабилизации планетарной окружающей, в значительной мере обязан этой своей способностью зоо- и фитопланктону. А в условиях, когда разрушено уже более 60% природных экосистем суши, именно океанская толща с её пока ещё слабо возмущённой биотой служит главным каналом (стоком) для выведения из атмосферы избыточного антропогенного углерода. Однако с растущими антропогенными нагрузками не справляется уже и Мировой океан.

Так, по оценкам Дж. Хаутона с соавт., Мировой океан с его экосистемами поглощает сегодня более половины выбрасываемого в атмосферу углерода, образующегося при сжигании ископаемого топлива, – другая же часть в ней накапливается. Экосистемами океана абсорбируется также около $\frac{2}{3}$ так называемого «лишнего» углерода, образующегося на нарушенных хозяйственной деятельностью территориях суши, а оставшаяся треть поглощается сохранившимися экосистемами суши [Houghton et al., 1996]. Таким образом, налицо нарушение замкнутости круговорота этого важнейшего из биогенов, приводящее к его постепенному накоплению в атмосфере. И это, в ряду многих других, вне сомнения, факт номер один, неоспоримо свидетельствующий, что допустимые границы воздействия человека на биосферу уже перейдены и что выход за пределы её экологической ёмкости можно считать свершившимся.

Понятие *экологической ёмкости* биосферы – *biosphere's carrying capacity*, (другие её синонимы – хозяйственная, несущая, ассимилирующая) как важнейшего ограничителя материальной человеческой деятельности не впервые появляется на этих страницах. И хотя его главенствующая роль в проблематике устойчивого развития не вызывает сомнений, вооружая нас важнейшим инструментом количественного подхода, в научных кругах нет ещё полного единства в отношении этого понятия. Теория биотической регуляции предлагает собственную его трактовку, пытаясь подвести под него научное обоснование. И хотя эта трактовка не получила пока широкого признания, но и убедительных альтернатив ей тоже не просматривается. Поэтому остановимся на ней подробнее, тем более что разработана она достаточно детально и отличается логичностью своих построений.

Начнём с того, что человек, как и любой другой вид на Земле, существует в рамках определённого энергетического коридора, характеризуемого той максимальной долей от общего энергопотока в биоте, которую он может использовать на свои нужды без риска возмущения окружающей среды. При этом

речь идёт об энергии, уже преобразованной растениями суши и фитопланктоном океана в ходе фотосинтеза и запасаемой в виде органического вещества, именуемого *первичной продукцией*. А годовая величина этой органики, созданной на той или иной территории, получила название *валовой первичной продукции*, причём от 15% до 70% запасённой растениями энергии расходуется на их собственный рост и дыхание [Leith, Whittaker, 1975]. Так что в дальнейший круговорот включается лишь оставшаяся её часть, которая используется организмами-консументами следующих трофических уровней. Именно она и представляет собой так называемую *чистую первичную продукцию* (net primary production). Ежегодный осенний опад листвы, сухих веточек и плодов в умеренных широтах – вот один из типичных примеров потока чистой первичной продукции.

Но это лишь внешняя его сторона, потому что суть потока чистой первичной продукции, заключённой в органическом веществе растений, состоит в переносе энергии от одной группы организмов к другой и с одного трофического уровня на следующий, а их общее число может достигать четырёх-пяти и даже шести. Как было выявлено на материале полевых исследований, проведённых в большом числе различных ненарушенных экосистем, закономерность в распределении этого потока энергии прослеживается достаточно чётко. В то же время она одинаково характерна для самых разных природных сообществ. В результате было установлено, что около **90%** чистой первичной продукции в экосистемах потребляется бактериями и грибами, играющими, вместе с тем, ведущую роль в регуляции окружающей среды, и около **10%** – беспозвоночными (членистоногими, червями, моллюсками и т.п.). Что же касается позвоночных животных, то на их долю приходится менее **1%** циркулирующей в биоте энергии (рис. 14-1).

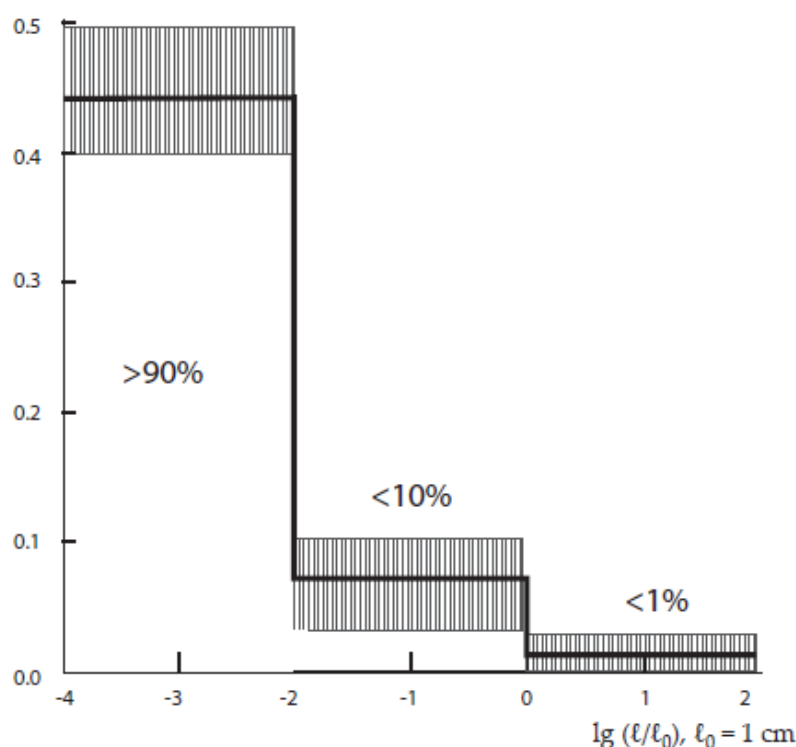


Рис. 14-1. Распределение скорости разложения (деструкции) органических веществ по размерам (l) тел организмов, обитающих на суше, – 1) бактерий и грибов, 2) беспозвоночных, 3) крупных животных (начиная с грызунов). Сплошная линия – универсальное распределение деструкции органических веществ, наблюдаемое в невозмущённых экосистемах. Проценты соответствуют доле потребления чистой первичной продукции каждой из трёх групп организмов. Площадь под сплошной ломаной линией равна единице. Заштрихованные её участки отражают отклонения от среднего распределения в отдельных экосистемах. Источник: [Горшков, 1995].

Указанные характеристики отличаются высокой стабильностью и, по-видимому, сохраняют (или, по крайней мере, сохраняли до недавнего времени) свои значения в очень узком интервале возможных колебаний на протяжении десятков миллионов лет. А универсальность этого распределения теория биотической регуляции фактически приравнивает к экологическому закону [Горшков, 1981; Gorshkov et al., 2000]. Таким образом, эволюционно сложившийся однопроцентный энергетический коридор, отводимый биосферой для крупных видов животных, должен рассматриваться, согласно Горшкову, как своего рода защитный механизм, предохраняющий биоту от случайных флуктуаций, возникающих в потоках синтеза и разложения органического вещества. При этом принимается за аксиому, что если значение параметра всей этой сложнейшей системы сохраняется на протяжении миллионов лет эволюции, то, следовательно, оно не может быть случайным и обусловлено её сущностными свойствами.

Однако правомерен вопрос: каковы допустимые для системы отклонения от значения этого параметра? Обратимся ещё раз к рисунку, помещённому в гл. 10 настоящей книги, где речь шла о природе климатической устойчивости, поддерживаемой биотой (рис.10-2). Устойчивость эта представлена на рисунке в виде символического шарика, находящегося в «климатической ямке», причём незначительность отклонений системы от исходного параметра, свидетельствует о совершенстве механизма регулирования. Но поскольку мы имеем дело не со скалярной величиной и не с интервалом изменений одного из переменных, а с областью в n -мерном пространстве неизвестного нам количества измерений n , нам важно не столько значение указанного параметра, сколько «устройство» климатической ямки, т.е. области устойчивости шарика и её «размеры». Однако теория биотической регуляции не рассматривает такого рода вопросы, сводя всю проблематику к одному-единственному переменному – энергии, молчаливо предполагая, что это постоянство параметра – неотъемлемое качество защитного механизма земной биоты. Но подобное предположение требует, на наш взгляд, соответствующего обоснования, которое автор теории оставляет за скобками.

* * *

Как уже говорилось, важнейшей задачей биоты, согласно концепции Горшкова, как в глобальном, так и в локальном масштабе, является поддержание высокой степени замкнутости круговорота веществ, т.е. максимального паритета между процессами синтеза и разложения органического вещества, без чего окружающая среда очень быстро деградировала бы до непригодного для жизни состояния. Эта задача, по Горшкову, решается усилиями огромного множества нескоррелированных между собой автономных особей (организмов), составляющих живую ткань любой экосистемы. Как пишет автор теории, «стабилизация существующего типа внутренней скоррелированности живых особей в популяции на основе их конкурентного взаимодействия и отбора выполняема, только если все особи внутри популяции являются совершенно независимыми и нескоррелированными между собой. В противном случае вытеснение дефектной особи из популяции было бы совершенно невозможным, как невозможно вытеснение больного органа из организма» [Горшков, 1995, с. 22]. Только при этом условии становится возможным сведение к минимуму множества случайных флуктуаций, угрожающих существованию любой сложно организованной системы.

Действительно, бактерии и грибы-сапрофиты, ответственные за 90% разложения органики, представляют собой либо самостоятельные организмы (бактериальная клетка), либо слабо скоррелированные многоклеточные структуры (грибы), состоящие из нитевидных образований – гифов – в несколько микрон

толщиной, что можно обнаружить даже невооружённым глазом или с помощью лупы. Вегетативное тело – мицелий грибов – имеет вид паутины, или пушистого ватообразного налёта, или же тонких плёнок. При этом длина грибных нитей в лесной подстилке может достигать 35 км на 1 грамм почвенного слоя.

Нечто подобное имеет место и у растений-продуцентов. Они тоже представляют собой многоклеточные структуры, состоящие из слабо скоррелированных частей (модулей), даже время жизни которых часто имеет разную продолжительность. Так, листья у деревьев средних широт сохраняют свою жизнеспособность в течение лишь одного сезона, чего нельзя сказать о корнях и ствольной части. Поэтому гибель какой-то части растения – например объедание веток травоядными животными – не приводит к гибели всего организма и даже стимулирует развитие других его частей, что абсолютно исключено у жёстко скоррелированных организмов животных. В то же время, листья одного и того же дерева или кустарника могут конкурировать между собой за солнечный свет и питательные вещества [Горшков, 1995, с. 314].³⁶

Таким образом, как у растений, так и у грибов и бактерий, достижение баланса между органическим синтезом и органической деструкцией достигается принципиально одним и тем же путём. Экологические осложнения возникают лишь с включением в экосистему «возмутителей спокойствия» – позвоночных животных.

Так, если взять консументов первого порядка – грызунов, зайцеобразных, копытных, приматов, большую часть птиц, питающихся биомассой растений, то, как показывают расчёты, их метаболическая мощность в расчёте на единицу площади их проекции на несколько порядков превышает мощность продуктивности растений. А если сравнить метаболическую мощность человека (около 150 Вт при площади проекции тела порядка 0,5 м²) со средней мощностью фотосинтеза (0,1 Вт/ м²), то разница в потоке потребляемой энергии в расчёте на единицу площади поверхности тела составит более трёх тысяч [Макарьева и др., 2014].

Поэтому животные, в зависимости от размера тела, должны потреблять пищу, синтезируемую растениями, на территории, в сотни и в тысячи раз превосходящей площадь их проекции, и при этом съедать за какие-нибудь считанные часы то, что было синтезировано растениями за год. В результате, животные вынуждены постоянно передвигаться по своей кормовой территории, что является необходимым условием их существования. В то же время, быстрое поедание животными накопленной растительной продукции неизбежно приводит к её резким

³⁶ Эти утверждения нельзя признать бесспорными, а некоторые упрощения здесь очевидны. Так, вряд ли можно согласиться с утверждением, что дерево является не целостным организмом, а набором слабо связанных друг с другом модулей. В том-то и дело, что «модули» – корни, ствол, ветви и листья – достаточно жёстко скоррелированы. Ведь трудно представить себе деревья без корней или без веток. А как быть с общественными насекомыми? Считать ли муравейник, термитник или пчелиную семью одним организмом? А, между тем, скоррелированность там налицо. А такое широко распространённое явление как симбиоз? Весь смысл его в скоррелированности организмов разных видов. Причём между симбиотическими видами нет однозначного соответствия: одни и те же породы деревьев могут существовать как в симбиозе с теми или иными грибами, так и без него. И, наоборот, не следует преувеличивать жёсткость скоррелированности у животных. Ящерица, например, мгновенно утрачивает при опасности свой хвост, а он составляет немалую часть её тела, а, кроме того, выполняет важную двигательную функцию. Скорее, можно предположить, что для живой природы характерна неполная, нежёсткая скоррелированность. Только нам видится пока слишком упрощённая картина, и мы не умеем ещё распознавать не только её цвета, но даже оттенки. (В.Данилов-Данильян)

колебаниям, поскольку последующее восстановление биомассы происходит совсем другими темпами. А на эти колебания, в свою очередь, налагаются колебания экскретов, выводимых животным после усвоения съеденной пищи в окружающую среду, что также ведёт к нарушению её стационарности.

Поэтому, согласно Горшкову, существование крупных животных, от мыши до слона, в условиях высокой замкнутости круговорота веществ возможно лишь при условии минимизации их возмущающего воздействия на экосистему, при которой средняя квота потребления растительной продукции не должна слишком далеко выходить за пределы её естественной флуктуации. А так как колебания поедаемой биомассы возрастают с ростом размеров животного, то параллельно этому соответственно должна сокращаться и причитающаяся данному виду квота, что согласуется с наблюдаемым распределением потребления чистой первичной продукции по размерам тел организмов [Горшков, 1995, с. 349]. И все эти задачи биота решает своими, специфичными для каждого случая способами.

Так, при переуплотнении популяции какого-либо из травоядных видов может возрасти доля растений, снабжённых колючками или обладающих отталкивающим для животного вкусом. Известны также растения, влияющие на численность того или иного вида благодаря содержащимся в них целебным или, наоборот, ядовитым и наркотическим веществам. При этом сообщество, которое будет реагировать на колебания численности крупных животных одним из вышеназванных способов, получит преимущество перед своими соседями, у которых эта способность выражена слабее, и в процессе конкурентной борьбы окажется в выигрышном положении.

Таким образом, как следует из теории, по отношению к биотическим сообществам, образуемым растениями, грибами и микроорганизмами, крупные растительноядные животные представляют собой такой же компонент регулируемой ими среды, как и содержащиеся в почве и воздухе биогенные элементы, стабильную концентрацию которых из века в век поддерживает биота.³⁷

Что же касается хищников, то, находясь на вершине экологической пирамиды, они не могут превысить свою оптимальную численность при стабильной численности их жертв. Поэтому в естественных условиях хищники не способны нарушить экологическое равновесие, а их функция в экосистеме состоит в удалении из популяции дефектных особей с изменённой наследственной программой и сокращении её до равновесного состояния. И, видимо, не случайно рост распадного генетического полиморфизма травоядных животных, встречающийся при сильных возмущениях среды обитания, сопровождается, как правило, одновременным распространением паразитов и хищников. Аналогичная корреляция наблюдается и между растениями и растительноядными насекомыми – когда увеличение распадного полиморфизма у первых сопровождается ростом численности у вторых. Подобная ситуация встречается после лесных пожаров, сплошных рубок и других сильных возмущений природной среды [Исаев и др., 2001].

Итак, если опасность разрушения биотических сообществ, исходящая от крупных животных, действительно существует, то она обусловлена, прежде всего,

³⁷ Это, несомненно, одна из интересных находок теории. Но ведь и сами растительноядные животные, в свою очередь, оказывают регулирующее воздействие на растительные сообщества. И эта «симметрия» настолько усложняет систему «растительность – растительноядные животные», что время для окончательных выводов о функционировании этой системы, думается, ещё не пришло.

превышением их численности сверх некоторого критического предела. А потому нормальное поведение высших животных с сохранённой наследственной программой обычно направлено на поддержание стабильной плотности популяции. И за счёт ограничения рождаемости при нехватке кормов, как это было показано на примере тундрового волка (гл. 2), и благодаря контролю над кормовой территорией со стороны самого животного, использующего, например, звуковые сигналы, предупреждающие о том, что данная территория занята [McNab, 1983], и т.д. Этой же цели служит миграция животных при избыточной плотности популяции или активизация паразитов и хищников, способствующая сокращению популяционной численности травоядных. Подобные внутри- и межвидовые взаимодействия, по мнению Горшкова, абсолютно необходимы для обеспечения конкурентоспособности биотических сообществ. Ведь выживают, в конечном счёте, не виды, а сообщества, если, конечно, принять за аксиому, что конкуренция между сообществами на самом деле представляет доминирующий тип их отношений.

Но зачем вообще нужны биосфере крупные животные, если на протяжении сотен миллионов лет она благополучно обходилась без них? Да и сейчас приходящаяся на них доля энергопотока биоты столь мала, что не может играть заметной роли в общей энергетике биосферы. Тем не менее, повсеместное распространение крупных животных говорит о том, что место, которое они занимают в биосфере, необходимо для экосистем, и что они также способствуют поддержанию стабильности окружающей среды, хотя объяснение этого их вклада лежит не на поверхности. Вот как подошёл к решению этой проблемы В.Г.Горшков, поставив крупных животных в один ряд с растительными «ремонтными» видами.

Как уже говорилось в гл. 12, последние играют весьма важную, хотя и специфическую роль в процессах восстановительной сукцессии, сдвигая концентрацию питательных веществ в окружающей среде в неблагоприятную для себя, но благоприятную для следующей генерации сторону и как бы прокладывая тем самым дорогу возрождающемуся климаксовому сообществу. Однако внешние физические возмущения биоты – пожары, вулканические извержения, ураганы и другие метеорологические экстремумы – имеют случайный и нерегулярный характер, и в условиях длительно сохраняющейся климаксовой фазы ремонтные виды, востребованные на стадии возмущения, постепенно вытесняются из экосистемы. В это время они существуют как единичные особи, образуя сильно разреженную популяцию, применительно к которой механизм конкуренции и отбора практически не функционирует. А это, в свою очередь, чревато распадом их генетической программы.

Поэтому, под угрозой деградации и исчезновения ремонтных видов, биота должна обладать внутренним механизмом регулярного возмущения экосистем, который поддерживал бы популяцию «ремонтников» на некотором минимально необходимом уровне. И вот эту функцию, по-видимому, и выполняют крупные животные, играющие роль постоянных возмутителей экосистем вне зависимости от возмущений физического характера. Внося разрушения в растительный покров, они создают благоприятные условия для существования растительных ремонтных видов, которые увеличивают свою численность в зоне разрушения [Горшков, 1995, с. 349; Gorshkov et al., 2004].

В этом свете становится понятной не только экологическая миссия передвигающихся животных, но и более чем скромное их место в общей энергетике биоты, основную роль в которой играют неподвижные организмы – растения, бактерии и грибы. И если вычленишь крупных животных и птиц из всей

массы населяющих Землю организмов, то биосферу можно приравнять к энергетической машине, обеспечивающей данную группу видов необходимой для их существования энергией при к.п.д. не выше 1%. Остальные же 99% энергетической мощности биосферы затрачиваются на поддержание стабильности окружающей среды [Горшков, 1995, с.319]. Такова, согласно теории биотической регуляции, эволюционно сложившаяся структура энергетики биосферы, позволяющая поддерживать высокую замкнутость круговорота веществ при совпадении потоков органического синтеза и деструкции с точностью порядка 10^{-4} (см. гл. 12).

Однако сегодня уровень замкнутости этого биохимического круговорота понизился почти на порядок, что наглядно демонстрирует гистограмма (рис. 14-2). На первый взгляд, она мало чем отличается от той, что представлена на рис. 14-1, если не считать добавленную пунктирную кривую. Но она-то как раз и характеризует современное возмущённое состояние биосферы, непосредственно связанное с хозяйственной деятельностью человека. А оценить его с количественной стороны позволяет экологическая ёмкость биосферы – этот своего рода интеграл предельно допустимого воздействия человеческой цивилизации на окружающую среду, на котором, по выражению М. Холдгейта, многие экологи сломали свои интеллектуальные зубы.

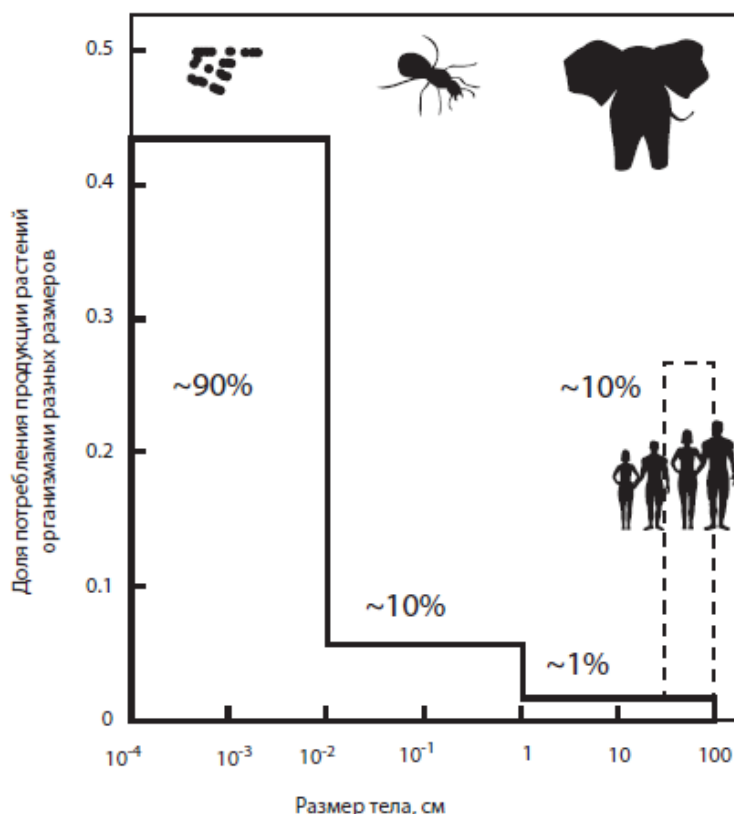


Рис. 14-2. Доля потребления органических веществ на суше по размерам организмов (бактерий и грибов, беспозвоночных, крупных животных) с учётом антропогенного возмущения биосферы. Сплошная линия – универсальное распределение, наблюдаемое для всех ненарушенных экосистем суши. Площадь под сплошной линией равна единице (100%). Величины в процентах соответствуют доле потребления каждой из трёх групп организмов. Пунктирная линия характеризует современное антропогенное возмущение наземной биоты. Площадь под антропогенным пиком (~10%) соответствует питанию человечества, скотоводству и потреблению древесины. Источник: Сайт биотической регуляции http://www.bioticregulation.ru/life/life2_r-6.php

Ведь человек также относится к категории крупных животных. И, если следовать теории биотической регуляции, на него, как и на одомашненных им животных, в равной мере распространяются все указанные выше экологические ограничения. И чтобы не подрывать сук, на котором он сидит, человек вместе со всем своим хозяйством должен вписываться в рамки того энергетического коридора, что отведён в биосфере всем крупным животным видам. Правда, говорить о точных размерах этого «коридора», с учётом нынешнего уровня знаний, можно лишь с известной долей условности. Так что речь, скорее всего, должна идти о порядке этой величины, быть может и близкой к 1%, но всё же от него отличающейся. Иначе говоря, о $1+\varepsilon\%$, относительно которой (ε) наука точными данными пока не располагает.

Но последуем за Горшковым, исходящим из приближённого показателя, когда $\varepsilon=0$. Тогда, согласно сделанному допущению, причитающуюся человеку 1%-ную энергетическую квоту, которую он может потреблять, не подрывая устойчивости окружающей среды, удобнее всего выражать в величинах чистой первичной продукции. Её размер может быть выражен в единицах массы органического углерода (тоннах) или в величинах мощности (Вт), адекватной количеству биомассы, произведённой растениями на данной территории за год, за вычетом трат на дыхание и рост самих растений. И если энергетическая мощность всей земной биоты имеет порядок 100 тераватт (ТВт; $1 \text{ ТВт}=10^{12} \text{ Вт}$), то 1% от неё будет равен $\sim 1\text{-}2 \text{ ТВт}$. А исходя из оценки суммарной массы синтезируемого органического углерода ($\sim 10^2 \text{ ГтС/год}$), мы получим величину порядка 1,0 ГтС. Следовательно, **1-2 ТВт** (в единицах мощности) или **1,0 ГтС** (в единицах массы органического углерода) и дают количественное представление об экологической ёмкости биосферы, т.е. той предельной величине, за рамки которой не должна выходить человеческая цивилизация, озабоченная сохранением стабильности окружающей среды.

Однако сегодня этот предел превзойдён уже на порядок, а 1–2 ТВт соответствовали мощности цивилизации в начале прошлого века, когда она, как считает Горшков, перешагнула, запретный для неё рубеж. И, быть может, не случайно быстрый рост концентрации CO_2 в атмосфере также начался около 1900 г., после того как человек вышел за пределы 1%-ного энергетического коридора. К тому времени население Земли достигало 1,6 млрд людей, и ими были уже разрушены или подверглись сильной деформации экосистемы на 20% поверхности суши. Таким образом, с учётом существовавших в ту пору технологий и с допущением, что $\varepsilon=0$, «географическим эквивалентом» порога возмущения биосферы могут считаться 20% хозяйственно освоенной территории суши³⁸.

Но что значат эти оставшиеся далеко позади 20%, или $\frac{1}{5}$ часть суши, если взявший головокружительный разбег XX век превзошёл этот рубеж более чем втрое, а площадь нарушенных экосистем превысила сегодня 60%. И это тоже один из показателей запредельного возмущения биосферы, компенсаторные возможности которой, по-видимому, близки к исчерпанию. На это указывает и нарушение замкнутости круговорота биогенов (CO_2 , соединений азота и фосфора), и прогрессирующая потеря биоразнообразия, и переход многих возобновимых до недавнего времени природных ресурсов в разряд невозобновимых или ограниченно возобновимых (прежде всего, пресная вода), и ещё многое другое, о чём

³⁸ К очень близким оценкам пришел в 1974 году и академик А.Д.Сахаров, хорошо сознававший связь между сохранностью природной среды и деструктивной человеческой деятельностью. В его статье «Мир через полвека» говорится, что для обеспечения устойчивого биосферного баланса в будущем необходимо разделение суши на заселённую и малообжитую части в соотношении 3 : 8 [Сахаров, 1990].

говорилось в гл. 1. И всё это симптоматика требует крайне серьёзного к себе отношения даже безотносительно к тому, как трактует её та или иная теория.

Но если этот первый, критический для цивилизации рубеж уже перейдён, то законен будет вопрос и в отношении следующего, куда более опасного порога, когда деградация окружающей среды делается уже необратимой, а способность биосферы к самовосстановлению окажется утраченной на неопределённо долгий, сопоставимый с геологическими масштабами срок. И здесь мы вновь хотели бы обратиться к доводам так называемых «технологических оптимистов», верящих (или верующих?) в безграничные возможности научно-технического прогресса, уже не раз отводившего человечество от критической черты, а, следовательно, способного справиться и с нынешней экологической угрозой. Потому что в свете биосферно-энергетических ограничений особенно очевидной выглядит беспочвенность надежд на искусственные механизмы регуляции окружающей среды, призванные когда-нибудь заменить механизмы естественные.

В самом деле, вряд ли кто усомнится, что обеспечивать регуляцию и управление окружающей средой с тем же к.п.д. и на том же энергетическом уровне, которые доступны биоте, человек научится ещё очень нескоро, если допустить, что он вообще будет в состоянии когда-либо освоить эту «технологию». Да и сама биота пришла к ней в результате миллиардов лет эволюционного процесса. А чтобы нагляднее представить возможности человека в плане создания искусственной окружающей среды, ещё раз напомним основные «расходные статьи» того общего энергетического бюджета, которым располагает наша Земля благодаря получаемому ею солнечному излучению.

Общая мощность этого излучения на границе земной атмосферы составляет примерно $10,5 \cdot 10^6$ кДж/м² в год, причём около 30% от этого количества сразу отражается облаками, атмосферной пылью, оледенелыми и скальными поверхностями и ещё 23% поглощаются атмосферой, трансформируясь в тепловую энергию, или расходуются на испарение воды. Таким образом, поверхности Земли и её растительного покрова достигает лишь половина исходного солнечного излучения, или около $5 \cdot 10^6$ кДж/м² в год (реальное количество энергии для данной местности зависит от её географической широты). Однако из этой половины лишь 25% лучистой энергии имеет длину волны, подходящую для фотосинтеза, и только около 0,4% таких лучей используется растениями для чистого прироста биомассы, что составляет примерно 1% той энергии, которая доходит до растений [Грин и др., 1993, Т. 1, с. 280; Т. 2, с. 83]. И именно эта ничтожная доля от всей суммарной солнечной энергии даёт начало энергопотoku в биоте, чья суммарная энергетическая мощность – 100 ТВт – позволяет ей поддерживать стабильность температурно-климатических и других параметров окружающей среды.

Впрочем, теоретически это ещё не предел, и биота могла бы, в принципе, увеличить свою мощность ещё на порядок – например, за счёт растений из так называемой группы С₄, синтезирующих углеводы на основе цикла тетракарбоновых кислот [Говинджи и др., 1987]. К последним относятся, в частности, кукуруза и сахарный тростник. Однако, как показывают расчёты, нынешняя мощность биоты находится на биологическом пределе устойчивости современного климата, за которым неизбежно должны последовать непредсказуемые флуктуации приземной температуры [Горшков, 1990]. Поэтому, даже если предположить, что человек овладеет когда-нибудь неограниченными источниками «экологически чистой» энергии (управляемый термоядерный синтез, установка в космосе солнечных батарей и т.п.) и сумеет взять в свои руки управление окружающей средой, обеспечив ту же замкнутость круговорота веществ и при том же к.п.д., что и в современной биосфере, он всё равно не сможет

выйти за пределы нынешней мощности биоты без риска необратимой разбалансировки климата. Но при этом 99% всех энергетических затрат цивилизации он будет вынужден тратить на поддержание устойчивости окружающей среды (стоимость эффективных очистных сооружений уже сейчас достигает порою половины стоимости вводимых в строй предприятий).

Так что же останется тогда для удовлетворения его собственных нужд и потребностей? Да почти то же и даже меньше того, чем он может располагать в условиях естественной биосферы, не затрачивая при этом ни одного киловатта на поддержание стабильности окружающей среды и даже не задумываясь над тем, как справляется с этой задачей живая биота. А теперь скажите, есть ли хоть какая-то реалистическая подоплёка под рассуждениями о том, что человек сможет когда-нибудь обойтись без природы?

Глава 15. ПРЕДПОСЫЛКИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И СОХРАННОСТЬ ЭКОСИСТЕМ ПО СТРАНАМ И КОНТИНЕНТАМ. «ОСОБЫЙ ПРОЕКТ» ДЛЯ РОССИИ

Источники и стоки CO₂ и попытки сведения их биосферного баланса – Недооцененная роль сохранившихся экосистем – Два пути стабилизации климата – Глобальные центры возмущения окружающей среды – Лесные бастионы планеты – Что такое экологическая рента – Экосистемы России и их вклад в глобальную устойчивость – Будет ли российское могущество прирастать Сибирью – В чём может состоять экологическая специализация России

Вероятно, не будет преувеличением сказать, что вся наша планета от полюсов до экватора давно уже задыхается в «человеческих объятьях», именуемых антропогенным прессом. Примечательно, однако, что не только люди, далёкие от науки, но и многие специалисты-экологи не осознали до сих пор, что же составляет центральный пункт современной глобальной проблематики. Это не загрязнённость воздуха в больших городах, от которой страдают миллионы людей, и не отравление рек промышленными стоками. И даже не изменение климата, доля антропогенного вклада в которое остаётся пока дискуссионной. Главный экологический итог хозяйственной деятельности человека, как мы постарались показать на страницах этой книги, – это разрушение экосистем на огромных территориях суши, а также в акваториях полужамкнутых морей и прибрежной океанической зоны. Именно резкое ослабление средоформирующей и стабилизирующей функций естественной биоты угрожает биосфере наиболее катастрофическими последствиями. И только опора на природные силы, на сохранившийся биотический потенциал способна, быть может, предотвратить наихудший вариант развития событий.

Таковыми, во всяком случае, видятся цель и смысл устойчивого развития в свете концепции биотической регуляции окружающей среды, а равно учёными, эти взгляды не разделяющими (Г.А. Заварзин, Д.С. Павлов, В.Н. Большаков, Н.Ф. Глазовский и др.). И если главная задача устойчивого развития – ослабление антропогенного пресса до уровня, отвечающего экологической ёмкости биосферы, то речь, следовательно, должна идти не только о прекращении какого бы то ни было «наступления» на природу, но, как сказано в книге «За пределами роста», об «отступлении, замедлении темпов роста, исцелении» [Медоуз и др., 1994, с. 14]. Причём об отступлении отнюдь не метафорическом, а вполне реальном – в форме освобождения человеком части освоенных им территорий, необходимых для выполнения биотой её планетарной миссии.

Не стоит, наверное, объяснять, сколь сложна и беспрецедентна эта задача, для решения которой человечеству предстоит пройти по лезвию бритвы. Впрочем, столь же справедливо было бы сказать и «сквозь игольное ушко», учитывая, в особенности, крайнюю пестроту и неравенство стартовых условий, в которых находятся сегодня разные страны в плане их перехода к устойчивому развитию. Достаточно сопоставить, например, некоторые государства Азии и Африки со всеми присущими им чертами позднего феодализма и страны Западной Европы и Северной Америки, фактически достигшие стадии информационного общества, чтобы понять всю глубину культурного и социально-экономического разрыва, осложняющего решение и без того непростых проблем, стоящих перед мировым сообществом. Добавьте сюда также примеры разительного несходства менталитета, национальных традиций и религиозных верований – и как же, спрашивается, подверстать всё это к тому общему знаменателю, на основе которого только и можно прийти к всеобщему консенсусу при разработке глобальной стратегии устойчивого развития?

И всё же существует, по крайней мере, один общий для всех критерий, позволяющий сопоставлять и сравнивать страны мира в интересующем нас аспекте вне зависимости от их социальных и культурных особенностей, от развития промышленной инфраструктуры или богатства недр. Это – степень сохранности их природных экосистем. Это тоже богатство и в перспективе – куда более весомое, чем залежи алмазов или золотые слитки в банковских сейфах. Только богатство, до конца ещё не оценённое. И если видеть одной из целей устойчивого развития сохранение и возрождение на Земле очагов дикой природы, то, значит, и страны, где такая природа пока уцелела, следует считать хранителями этого всеобщего достояния. В то же время страны, чья территория лишена или почти лишена природных экосистем, являются, по идее, «экологическими должниками» биосферы, даже если их природная среда (как у многих стран «третьего мира») пострадала вследствие эксплуатации со стороны других, в том числе промышленно развитых государств. Вот с этих позиций мы и попробуем оценить их стартовые возможности для перехода к устойчивому развитию, сосредоточившись в первую очередь на социо-природных параметрах и на время абстрагируясь от всех других.

Чтобы составить представление о нарушенности экосистем по странам и континентам, лучше всего обратиться к спутниковым данным, позволяющим получить адекватное представление о состоянии земной биосферы. Правда, используемые при этом оценки заметно разнятся между собой, что естественно. Но всё же большинство из них тяготеет к соотношению 60% (освоенная или частично освоенная часть суши) к 40% (неосвоенная её часть). А самое известное исследование выполнено L. Hannah с соавторами (Hannah et al., 1994).

Согласно опубликованным ими данным, на Земле сохранилось 39,5% ненарушенных и 24% частично нарушенных экосистем, занимающих в общей сложности территорию в 94 млн км². Первые характеризуются наличием естественного растительного покрова при очень низкой плотности населения (менее 10 человек на 1 км²). Ко вторым относятся территории, в которых временные или постоянные сельскохозяйственные земли соседствуют с вторичной, но естественно восстанавливающейся растительностью, и наблюдаются следы человеческой деятельности: вырубки леса, выпас домашнего скота, плотность которого превышает возможности пастбищ, и т.д. Если же отбросить оледенелые и скальные поверхности типа Антарктиды, Гренландии, Гималаев, обладающие нулевой биологической продуктивностью, то площадь, занимаемая ненарушенными и частично нарушенными экосистемами, сократится до 52 млн км² [Максаковский, 2008, кн. 1]. Однако распространение их на поверхности суши имеет крайне неравномерный характер.

Так, наряду с островками уцелевшей дикой природы размером от 0,1 до 1 млн км² сохранились огромные массивы площадью в многие миллионы квадратных километров, расположенные преимущественно в пределах двух главных лесных поясов Земли – северного и южного.

Первый из них площадью около 20 млн км², ограниченный 45° и 70° северной широты, охватывает большую часть Сибири и Дальнего Востока, кроме их южных районов, и Север Европейской части России и Скандинавии, а также северную часть Канады и Аляску. Это в основном специфичные для холодной зоны бореальные леса, на 2/3 состоящие из хвойных пород и занимающие 38% покрытой лесом площади суши. Примерно половина бореальных лесов относится к ненарушенным лесным экосистемам, подвергающимся пока незначительному антропогенному воздействию [Олссон, 2011].

Южный лесной пояс – это дождевые тропические леса экваториальной и субэкваториальной зоны между 25° с.ш. и 30° ю.ш. Он также занимает около 20 млн км². Наиболее крупные массивы дождевого тропического леса распространены в Южной Америке (в бассейне Амазонки), в Юго-Восточной Азии, на островах Океании и в Африке (бассейн р. Конго и побережье Гвинейского залива). В них обитает почти половина всех биологических видов и сосредоточено больше половины всей земной фитомассы, а средний годовой прирост древесины с 1 га в несколько раз больше, чем в лесах северного пояса. Поэтому около 70% всей чистой первичной продукции лесов мира приходится именно на южный лесной пояс [Лесная энциклопедия, 1986]. Вместе с тем, из-за круглогодичной высокой температуры и влажности органическое вещество подвергается здесь очень быстрому разложению, в силу чего тропические леса почти вдвое уступают бореальным по количеству депонируемого в них углерода.

В газетно-журнальной периодике издавна существует расхожий, хотя и не слишком удачный штамп, сравнивающий леса с лёгкими планеты. Однако с бóльшим основанием их можно было бы назвать её почками, поскольку они выводят из обращения, служат стоком для избыточного количества накапливающихся в атмосфере биогенов, и прежде всего – двуокиси углерода. А почвенный гумус и болотистые торфяники некоторые авторы называют даже «вечными» ловушками углерода, где при соответствующих температурных условиях он может, подобно донным морским отложениям, сохраняться неопределённо долгое время [Вомперский, 1994].

Но всё это справедливо лишь для невозмущённых экосистем, к каковым относятся, например, девственные климаксовые леса, в первую очередь ответственные за поддержание стабильности окружающей среды. Возмущённые же экосистемы, вроде лесов, подвергаемых периодической рубке или прореживанию, ведут себя совсем по-другому. Так, на освоенных человеком территориях, как показывают данные исследований, биота не только не поглощает избыток атмосферного CO₂, но сама служит источником его эмиссии, а запасы накопленного в таких лесах углерода, по данным FAO, сокращаются со скоростью 1,1 Гт/год [Global Forest..., 2005].

О том, что концентрация CO₂ в атмосфере неуклонно растёт, свидетельствуют многочисленные измерения, проводимые с 1958 г. в различных обсерваториях мира (рис. 15-1). А анализ газового состава пузырьков воздуха в ледяных ядрах Антарктиды позволяет составить представление о динамике его атмосферной концентрации до и после начала глобального возмущения биосферы, совпавшего с концом промышленной революции (конец XVIII – начало XIX века) [Friedli et al., 1986; Staffelbach et al., 1991; Raynaud et al., 1993]. Как показали исследования, доиндустриальная концентрация CO₂, составлявшая примерно 280 ppm (от англ. parts per million – частей на миллион частей воздуха) и остававшаяся почти неизменной на протяжении нескольких тысячелетий, достигла к настоящему времени 390 ppm, т.е. на 28% превзошла доиндустриальный уровень [Lorius et al., 1994]. Причём этот рост начался ещё до широкомасштабного использования ископаемого топлива, которое наложило на эмиссию углерода, вызванную землепользованием. С этого момента и до конца XIX века сохранение устойчивости биосферы обеспечивалось главным образом слабовозмущёнными экосистемами Мирового океана, компенсаторные возможности которых достигли своего предела в начале XX века, после чего начался процесс глобального изменения окружающей среды.

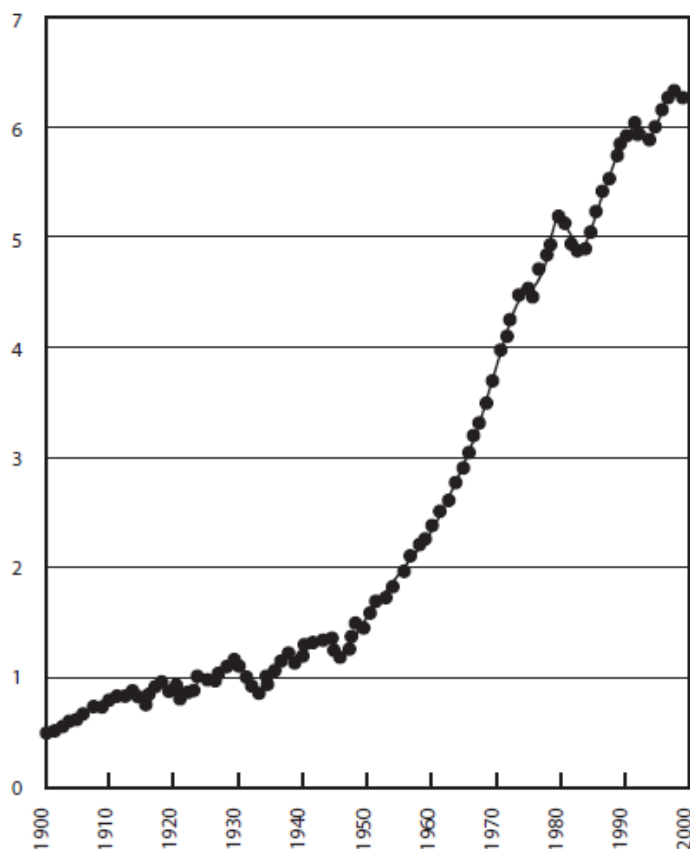


Рис. 15-1. Рост эмиссии двуокси углерода в мире (млрд тС/год) в результате сжигания органического топлива. Источник: Worldwatch Database, 2000.

В последние десятилетия предпринято несколько попыток рассчитать баланс биосферного CO₂ (в пересчёте на углерод) на основе закона сохранения вещества и стехиометрических (объёмно-массовых) соотношений O₂/CO₂ для основных пулов источников и стоков антропогенного углерода. Одна из самых известных принадлежит Дж. Хаутону с соавторами [Houghton et al., 1996]. В основу исследований положена предпосылка, согласно которой изменение содержания углерода происходит в четырёх сообщающихся средах – атмосфере, океане, наземной биосфере и в добавившихся к ним в последние два столетия залежах углеводородного сырья. Причём итог от сложения всех этих потоков должен, в принципе, равняться нулю, т.е. источники поступления углекислого газа должны компенсироваться его стоками.

Помимо углеводородного топлива, сжигаемого в топках электростанций и бензиновых двигателях, большие количества двуокси углерода поступают в атмосферу в процессе производства цемента, при сжигании попутного газа, а также вследствие сельскохозяйственной деятельности, сопровождающейся разрушением биомассы (при вырубке лесов, в результате разрушения почвенного гумуса при вспашке и т.д.). В свою очередь, местами стока, куда уходит и где может накапливаться углекислый газ, служат атмосфера, Мировой океан и ненарушенные экосистемы суши.

Размеры выбросов CO₂ при сжигании ископаемого топлива с начала индустриальной эры изучены достаточно хорошо. Их величина оценивается в настоящее время в $5,9 \pm 0,5$ ГтС/год в пересчёте на углерод. Известна также скорость накопления CO₂ в атмосфере – порядка 2,2 ГтС/год. Наконец, по соотношению изотопов ¹³C/¹²C в океанской воде и воздухе удалось определить скорость поглощения океаном углекислого газа за счёт физико-химических

процессов – диффузии избыточного CO_2 через поверхность раздела «воздух–вода» и выравнивания его концентраций в соответствии с законом Генри-Дальтона. Она оценивается величиной 2,6 ГтС/год [Залиханов и др., 2006].

Несколько сложнее обстоит дело с оценкой выбросов углерода в результате землепользования, определяемых по сокращению биомассы на той или иной территории и его поглощению ненарушенными экосистемами океана и суши. Отсутствие точных методов учёта продукции и деструкции органического вещества создаёт здесь определённые трудности, которые не всегда позволяют избежать ошибок. Так, например, поступление углерода из наземной биоты может происходить в результате уничтожения экосистем, в первую очередь лесных, и разрушения почвенного слоя. Но если леса после прекращения их эксплуатации (если она не зашла слишком далеко) сохраняют способность к восстановлению растительной биомассы и поглощению избыточного CO_2 , скопившегося в атмосфере, то этого нельзя сказать о почве – главном на суше резервуаре биогенов, поскольку накопление углерода в ней происходит крайне медленно, тогда как теряться он может очень быстро. Так, средние потери углерода почвы при её культивации составляют около 30%, но в тропиках могут достигать и 70%. То есть восстановление повреждённых экосистем сопровождается, как правило, уменьшением содержания почвенного углерода, вследствие чего компенсация оказывается неполной [Vitousek et al., 1986; Wofsy et al., 1993].

Мы приведём здесь уточнённый баланс глобального круговорота углерода, пересчитанный В.Г. Горшковым, К.Я. Кондратьевым и соавторами. [Горшков и др., 1998; Gorshkov et al., 2000] с учётом действия «биотического насоса» океана и вклада, вносимого нарушенными и ненарушенными экосистемами суши (рис. 15-2а). В его основу положены данные годового потока чистой первичной продукции в биосфере в целом (порядка 100 ГтС/год), а также отдельно в Мировом океане (40 ГтС/год) и на суше (60 ГтС/год). Последняя, в свою очередь, подразделяется на две неравные части – хозяйственно освоенную сушу, на которую приходится 36% от общего биосферного потока чистой первичной продукции, и невозмущённую биоту – 24%. Но если невозмущённые экосистемы, в соответствии с принципом Ле Шателье, связывают накапливающийся в атмосфере углерод путём органического синтеза, то возмущённые, наоборот, сами являются источником его эмиссии.

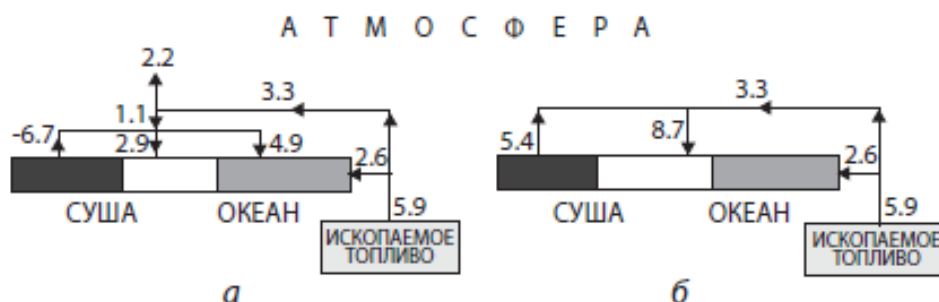


Рис. 15-2. Глобальные потоки углерода: а) в условиях нынешней биосферы; б) в случае частичного восстановления лесных экосистем суши, позволяющего приостановить процесс накопления атмосферного CO_2 на фоне существующих темпов сжигания ископаемого топлива. Светлые боксы – неосвоенная, девственная биота; зачернённые – хозяйственно освоенная часть суши. Относительные размеры боксов соответствуют доле чистой первичной продукции от всей продукции биосферы: а) Мировой океан – 40%, освоенная часть суши – 36%, неосвоенная – 24%; б) Мировой океан – 40%, освоенная часть суши – 29%, неосвоенная – 31%. Цифры на стрелках – потоки углерода в Гт/год (По В.Г. Горшкову [Gorshkov et al., 2000, p.170]).

Другим глобальным источником эмиссии CO₂, которому большинством авторов по традиции отводится главенствующая роль, является ископаемое органическое топливо. И здесь среди учёных нет единства мнений относительно судьбы так называемого «потерянного» углерода, возникающего при попытке свести баланс между эмиссией CO₂, образующегося при сжигании ископаемого топлива (5,9 ГтС/год), и CO₂, накапливающимся в атмосфере (2,2 ГтС/год), а также двуокисью углерода, поглощаемой Мировым океаном за счёт процессов физико-химической абсорбции (2,6 ГтС/год). При этом зачастую недооценивается роль океанической биоты и экосистем суши, что, на наш взгляд, глубоко ошибочно. Во-первых, потому, что в отдалённые геологические эпохи именно через посредство океанского «биотического насоса» из атмосферы были выведены и захоронены в донных отложениях огромные количества углерода, о чём свидетельствуют палеонтологические данные. А во-вторых, потому, что ненарушенные экосистемы суши с их почвенным гумусом, тундровыми болотами и торфяниками бореальных лесов, выступающими в роли долговременного (а по мнению некоторых авторов, даже «вечного») резервуара углерода, фактически «моделируют» аналогичные системы океана с его донными отложениями и слабо перемешиваемыми холодными глубинными водами.

Однако совершенно по-другому ведут себя искусственные агроценозы – эксплуатируемые леса, пахотные земли, пастбища и т.д., где разомкнутость биологического круговорота достигает десятков процентов. Причём эмиссия углерода из нарушенных экосистем, как уже говорилось в гл. 12, не уступает по порядку величины интенсивности его выбросов от сжигания угля, нефти и газа [Watts, 1982; Houghton, 1989] и, по расчётам Горшкова, даже его превосходит (–6,7 ГтС/год). Впрочем, мощностей по его поглощению маловозмущённой океанской биотой (4,9 ГтС/год) и ненарушенными экосистемами суши (2,9 ГтС/год) пока ещё хватает. Что же касается проблемы «потерянного углерода», то, согласно тем же расчётам, она решается следующим образом. Из 5,9 ГтС, ежегодно образующихся при сжигании ископаемого топлива, 2,6 ГтС/год растворяются в океане в результате физико-химической абсорбции, 1,1 ГтС/год поглощается океанской биотой и сохранившимися экосистемами суши, а остальные 2,2 ГтС/год накапливаются в атмосфере (рис. 15-2а).

Это накопление CO₂, чреватое ростом парникового эффекта и потеплением климата, представляет проблему проблем современной цивилизации и должно быть остановлено любой ценой, для чего у человечества есть, по-видимому, два пути. Первый из них – это отказ от применения ископаемого органического топлива, что ещё 20 лет назад представлялось совершенно нереальным. Однако невероятный прогресс в производстве электроэнергии на основе возобновляемых источников радикально изменил ситуацию, и планы по сокращению сжигания органического топлива в 5–7 раз к 2050 г. уже не выглядят утопией.

Но есть и другое мнение. Его придерживается, в частности, В.Г.Горшков, считающий, что корень зла, прежде всего, в самом наращивании энергопотребления. Суть его позиции в следующем. Если бы человек не столь преуспел в уничтожении дикой природы, а антропогенное возмущение биоты суши было бы много ниже порога её разрушения, то современные выбросы ископаемого углерода полностью компенсировались бы его поглощением биотой суши и океана. В то же время, переход на экологически чистые источники энергии проблемы, на его взгляд, не решит, поскольку возмущение глобальной биоты определяется величиной энергопотребления, а не его источником. Так, например, установка в пустыне большого числа солнечных батарей должна, в соответствии с законом

Стефана-Больцмана,³⁹ привести к увеличению приземной температуры, обусловленной переводом световой энергии в тепловую. Отводить же отработанную тепловую энергию с земной поверхности, избегая при этом её нагрева, невозможно по соображениям принципиального (физического) характера. «Поэтому скорость глобального разрушения окружающей среды не может уменьшиться при замене одного источника энергии на другой при сохранении или увеличении мощности источника. Улучшение экологической ситуации может произойти только при сокращении мощности энергопотребления до экологического предела» [Горшков, 1995, с.402-403].

Поэтому магистральный путь выхода из экологического тупика состоит, по Горшкову, в восстановлении разрушенных экосистем, в первую очередь лесных, что, конечно, не исключает внедрения новейших энергетических технологий, особенно в области энергосбережения. И путь этот он рассматривает в рамках конкретного сценария, позволяющего остановить дальнейшее накопление в атмосфере двуокси углерода, даже при сохранении объёмов сжигания ископаемого топлива на уровне 2000 г. (когда рассчитывался этот сценарий) – рис. 15-2б.

Для этого людям потребуется сократить потребление чистой первичной продукции с нынешних 36% до 29%, т.е. на 7%. В таком случае эмиссия CO₂ с эксплуатируемой человеком суши уменьшится до 5,4 ГтС в год, а суммарное поглощение выбрасываемого в атмосферу углерода (5,4 ГтС/год + 3,3 ГтС, образующиеся при сжигании ископаемого топлива и не абсорбируемые водами океана) сможет обеспечить океаническая биота и ненарушенные экосистемы суши. И тогда, как видно из диаграммы, дальнейшее накопление атмосферного CO₂ будет приостановлено.

Но легко ограничить потребление чистой первичной продукции на бумаге, а в действительности? Ведь на фоне нарастающего дефицита пригодной для обработки земли тень голода по-прежнему витает над населением многих развивающихся стран, несмотря на огромные успехи, достигнутые в ходе «зелёной революции». Поэтому пойти на сокращение площади возделываемых земель и пастбищ, по-видимому, труднее, чем отказаться от использования углеводородного сырья. Более реалистичным представляется в этой связи ограничение эксплуатации вовлечённых в хозяйственную деятельность лесов, на которые приходится сегодня около половины (18% из 36%) потребляемой чистой первичной продукции. А чтобы достичь упомянутого выше 7%-ного сокращения потребления чистой первичной продукции, людям потребуется вывести из хозяйственного оборота около 40% эксплуатируемых лесов ($18\% \times 0,4 \approx 7\%$), освободив от человеческого присутствия соответствующую часть залесённой территории и обеспечив тем самым возможность восстановления повреждённых человеком деформированных лесных экосистем.⁴⁰ В особенности это касается лесов тропического пояса, чья продуктивность эквивалентна четырём единицам площади, занятым лесами и болотами умеренного пояса. Что же касается добываемой в мире древесины, то её придётся, очевидно, частично заменить искусственными материалами, а вместо

³⁹ Закон, устанавливающий физическую зависимость между изменением температуры тела и его излучательной способностью.

⁴⁰ Заметим, что речь здесь идёт не об искусственной рекультивации, а о естественном возрождении экосистем на базе эволюционных процессов. Только такие естественно возникшие биотические сообщества способны компенсировать возмущения окружающей среды в соответствии с принципом Ле Шателье. Тогда как искусственные агроценозы, вроде насаженных лесов, включают в себя, как правило, произвольный набор видов и не только не способны обеспечивать свою собственную стабильность, но, в силу высокой биологической продуктивности, сами служат источником возмущения окружающей среды

дров использовать более современные источники энергии [Gorshkov et al., 2000, p. 171].

Понятно, что в плане достижения глобальной устойчивости подобная мера представляет собой известный паллиатив. Однако она позволила бы человечеству взять у природы своего рода «тайм-аут» в обмен на время, необходимое для кардинального решения таких глобальных проблем, как приостановка роста и сокращение численности мирового населения, изменение модели потребления в развитых странах, повсеместное внедрение ресурсосберегающих технологий и т.д.

* * *

А теперь отвлечёмся на время от теоретических рассуждений и попробуем сопоставить природные условия разных стран мира с точки зрения возможности их перехода к устойчивому развитию. Ведь если Мировой океан можно считать всеобщим достоянием, то ненарушенные экосистемы суши, служащие основным стоком антропогенного углерода, принадлежат конкретным странам, которые, в силу благоприятно сложившихся обстоятельств, сумели их сохранить. И здесь нам поможет рейтинговая статистика «Всемирной сети экологического следа» (Global Footprint Network, GFN) – международной неправительственной организации, отслеживающей динамику национальных счетов экологического следа и биоёмкостных характеристик отдельных стран и регионов. В гл. 3 мы уже приводили эти данные применительно к государствам, занимающим первые строчки в списке так называемых «экологических должников» (превышение экологического следа над биоёмкостью) и «экологических кредиторов» (обратное соотношение). Назовем их ещё раз.

В первой из этих групп лидирует Китай, чей экологический след превосходит его экологическую ёмкость на 1652 млн гга – то есть более чем в два раза! Далее следуют США (дефицит экологической ёмкости –1274 млн гга), Япония (–532 млн гга) и Индия (–469 млн гга). Правда, в пересчёте на душу населения тот же самый рейтинг выглядит несколько по-другому: Япония –4,1 гга/чел., США –3,7 гга/чел., Китай –1,2 гга/чел., Индия –0,4 гга/чел.

Далее идут Германия –260 млн гга (–3,1 гга/чел.), Италия –228 млн гга (–3,9 гга/чел.), Англия и Южная Корея –217 млн гга (–3,5 гга/чел. и –4,6 гга/чел.) – всего около 100 стран, являющихся в той или иной мере должниками биосферы. Причём на первые одиннадцать стран, занимающих верхние строчки рейтинга, приходится 53% всего экологического следа человечества.

Если присмотреться к этому списку, мы увидим, что большинство членов этого «клуба» образуют как бы три **глобальных центра дестабилизации окружающей среды** (рис. 15-3):

- *Европейский*, включающий государства Центральной, Западной и Восточной Европы (за исключением Скандинавии), а также Европейскую часть России, Украину, Белоруссию и страны Балтии, – общей площадью 8 млн км² при 8% сохранившихся здесь природных экосистем;

- *Североамериканский* в составе США (без Аляски), южной Канады и северной части Мексики – 9 млн км² при менее 10% территорий сохранившихся экосистем;

- *Юго-Восточно-Азиатский*, куда входят Китай (за исключением Тибета), субконтинент Индостан, Япония, обе Кореи, Индокитайский полуостров, а также Филиппины – всего 7 млн км² при менее 5% территорий ненарушенных экосистем [Максаковский, 2008, кн. I].

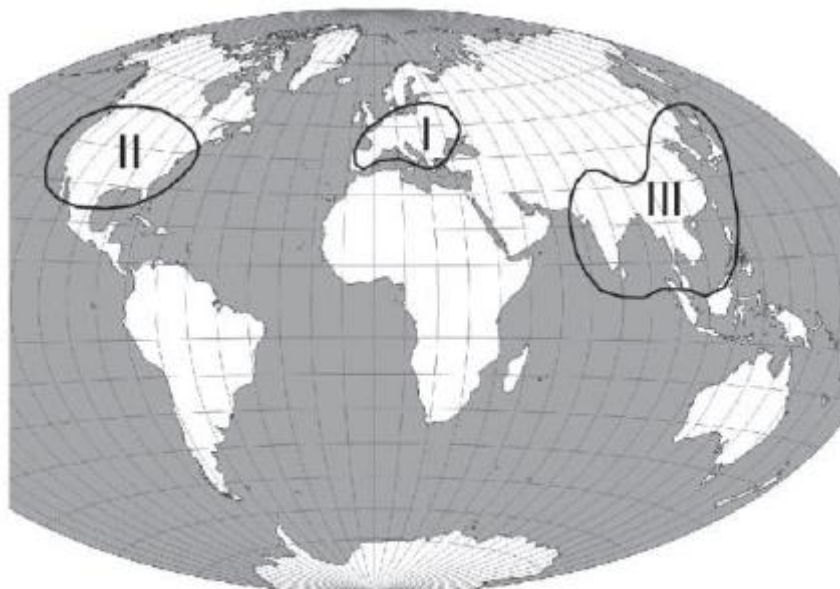


Рис. 15-3. Центры дестабилизации глобальной окружающей среды (по К.С. Лосеву): I – Европейский, II – Североамериканский, III – Юго-Восточно-Азиатский.

Не трудно заметить, что все три очерченных выше центра имеют на одном полюсе блок промышленно развитых государств Европы и Северной Америки, а на другом развивающиеся азиатские страны с высоким приростом населения и низким или средним уровнем жизни. Исключением из них являются Япония, Южная Корея, Тайвань и Сингапур.

И Европейский и Азиатский центры своими корнями уходят глубоко в историю. Всё это области древних цивилизаций, так что природная среда подвергалась здесь мощному антропогенному прессу на протяжении долгой череды столетий. Так, леса на Апеннинском полуострове были истреблены ещё в пору римского владычества, а в Западной и Центральной Европе – в эпоху Средневековья, в связи с интенсивным развитием сельского хозяйства и городским строительством, а также с целью получения древесного угля для выплавки железа и для кораблестроения.

Открытие Америки и последовавшая затем промышленная революция резко ускорили процесс разрушения экосистем на обоих континентах, хрестоматийным примером чему служит Великобритания. Как пишут в учебниках истории, «овцы съели леса Англии». В самом деле, появившиеся в XVIII веке суконные мануфактуры требовали всё больше шерсти, и пастбища для овец создавались за счёт сведения лесов. Лес шёл также на строительство английского флота и для нужд металлургии. С тех пор Великобритания – почти безлесная страна, а остатки её лесных массивов сохранились менее чем на 10% территории – главным образом в северо-восточной части Шотландии.

Но если экономически успешные страны прошли пик своего природоразрушительного развития в конце XIX – начале XX веков и в настоящий момент имеют достаточно средств, чтобы вкладывать их в частичное восстановление разрушенного, то догоняющие их государства восточноазиатского региона только недавно начали поворачиваться лицом к природе. А накопившиеся проблемы, связанные с перенаселённостью и бедственным состоянием окружающей среды, держат их в плотных тисках, не оставляя пространства для манёвра.

Так, например, острой проблемой для Китая, Индии и смежных с ними стран – истощение сельскохозяйственных земель и дефицит пресной воды, в подавляющей части (до $\frac{9}{10}$) расходуемой на орошение. Особенно остро нехватка воды угрожает Китаю, для которого это, можно сказать, вопрос жизни и смерти, несмотря на то, что его территория покрыта густой речной сетью и по ресурсу пресных вод занимает четвертое место в мире. В то же время по душевому потреблению – 460 м³ в год на человека – Китай занимает место в девятой десятке стран мира. Не лучше обстоит здесь дело и с обеспеченностью пахотной землей, площадь которой в расчёте на душу населения сократилась к началу XXI века до 0,07 га/чел. И эта демографическая нагрузка на землю оборачивается печальными последствиями, главные из которых – эрозия почв и опустынивание. По данным НИИ пустынь Китая, им охвачено 13 провинций на Севере и Северо-Западе страны, а его темпы составляют 1500 км² в год [Максаковский, 2008, кн. II].

Что же касается природного парка, то Китай получил очень тяжёлое наследство от предшествующих режимов. К моменту образования КНР (1949 г.) лесистость территории составляла всего 8-9%, а южно-китайские тропические дождевые леса были истреблены почти полностью. Огромный урон был нанесён окружающей среде в период «культурной революции» и политики «большого скачка». Ради решения зерновой проблемы по указке Центра распахивались миллионы гектаров пастбищ и вырубались леса, в том числе в верховьях Янцзы и Хуанхэ. Неудивительно поэтому, что разрушительные наводнения стали привычным фоном сегодняшней жизни Китая, а ежегодный ущерб от стихийных бедствий достигает здесь $\frac{1}{4}$ государственного бюджета [там же]. Переломить эту тенденцию удалось лишь в последние полтора-два десятилетия, когда, благодаря принятому природоохранительному законодательству и мерам по лесовосстановлению, площадь, занятая лесами (преимущественно вторичными), возросла до 14%.

Особое место в структуре экологического следа Китая занимает его углеродная составляющая (1612 млн гга). При этом главным загрязнителем воздуха служат тепловые электростанции, работающие на угле, а также бытовые и промышленные топки. По размерам выбросов в атмосферу двуокиси углерода Китай занимает второе место в мире после США. В то же время он является крупнейшим мировым поставщиком другого мощного парникового газа – метана, источником которого служат угольные шахты и некоторые отрасли сельского хозяйства – рисоводство, животноводство.

Многие экологические проблемы роднят Китай и Индию, занимающую второе место в мире по численности населения и третье – по экологическому следу (1063 млн гга). Это, прежде всего, деградация сельскохозяйственных земель и нехватка земельных ресурсов, в силу которой обеспеченность пахотной землёй составляет здесь всего 0,17 га на душу населения. Правда, водная проблема в Индии стоит не так остро, но это лишь до поры до времени. И хотя её пресноводные ресурсы оцениваются пока как достаточные, но растущее население требует постоянного увеличения водозабора, в первую очередь для орошаемого земледелия. Вместе с тем, здесь очень высок уровень загрязнения поверхностных вод промышленно-бытовыми стоками, которые сбрасываются в реки, как правило, без очистки, а отбор воды из водоносных горизонтов вдвое превышает их пополнение. В результате уровень подземных вод падает на 1–3 м в год, и, как считают специалисты, этот «карточный домик» в любой момент может рухнуть. И тогда производство зерновых в Индии сократится более чем на четверть [Данилов-Данильян, Лосев, 2006, с. 138].

В отличие от Китая, лесистость в Индии составляет 20% – одна пятая территории страны, но это, главным образом, вторичные леса, кустарники и антропогенная саванна. Однако не приходится удивляться, что в условиях малоземелья темпы обезлесения достигают здесь 1,5 млн га/год, и причина его лежит на поверхности. Это острая нужда в расширении посевных площадей и использование дров в качестве топлива. В то же время потребность страны в дровяной и деловой древесине в семь раз больше того объёма, который может быть обеспечен естественным приростом лесных ресурсов. Так что вырубка лесов в Индии, по-видимому, будет продолжаться, причём особую тревогу вызывает уничтожение девственных лесов в предгорьях Гималаев [Максаковский, 2008, кн. II].

В табл. 15-1, наряду с двумя вышеназванными, представлен ряд других стран этого региона, обладающих наибольшим дефицитом биологической ёмкости и весомым экологическим следом. Группа эта крайне неоднородна. Наряду с бедными странами с преимущественно крестьянским населением и полунатуральным сельским хозяйством, такими как Пакистан, Бангладеш, Филиппины, в неё входит и экономически развитая Япония, и немногим отстающая от неё Южная Корея, принадлежащая к числу так называемых «восточноазиатских тигров» – государств, сделавших стремительный рывок в своём развитии в последние десятилетия XX века. Есть здесь страны с богатой лесной растительностью, занимающей порой до половины территории страны, как Малайзия, но они же, увы, входят и в число мировых лидеров по темпам сведения лесов (Малайзия, Таиланд, Филиппины). В процентном же отношении пальма первенства здесь принадлежит Бангладеш – 4,1% в год от всей залесённой территории (ему же по темпам обезлесения принадлежит и второе место в мире). Далее следуют Пакистан и Таиланд – 3,5% в год и Филиппины – 3,4 % в год [Максаковский, 2008, кн. I].

Таблица 15-1

Страны – «экологические должники» Юго-Восточно-Азиатского региона

Страна	Экологический след млн га	Биологическая ёмкость млн га	Дефицит биоёмкости млн га/чел		Население млн	Плотность населения чел./км ²	Прирост населения
Китай	2959	1307	-1652	-1,2	1336	141	0,5
Япония	602	76	-532	-4,1	127	334	-0,3
Индия	1063	594	-469	-0,4	1164	362	1,3
Юж. Корея	233	16	-217	-4,6	47	489	0,2
Таиланд	158	77	-81	-1,2	67	130	0,6
Малайзия	129	69	-60	-2,3	26	87	1,6
Филиппины	115	55	-60	-0,7	88	339	1,9
Пакистан	132	74	-58	-0,3	173	253	1,6
Бангладеш	98	59	-39	-0,25	157	1101	1,6

Источник: The Ecological Footprint Atlas 2010, Worldstat info.

Данные численности населения, экологического следа и биоёмкости приведены по состоянию на 2007 г. Цифры округлены.

Ещё одной особенностью, актуальной для всех фигурирующих в этом списке стран, является высокая плотность населения, не уступающая, а порой и превосходящая многие государства Западной Европы. Печальное лидерство здесь также принадлежит Бангладеш, занимающей по этому показателю одно из первых

мест в мире. А если добавить сюда ещё и высокий уровень рождаемости (Филиппины – 1,9%, Пакистан, Бангладеш, Малайзия – 1,6%), то станет понятен тот клубок проблем, которые предстоит преодолеть на пути к устойчивому развитию странам этого региона, считающегося по размерам эмиссии CO₂ самым крупным дестабилизатором климата на планете [Залиханов и др., 2006].

А теперь бросим взгляд на другую чашу весов – на страны, принадлежащие к числу так называемых экологических доноров (превышение экологической ёмкости над экологическим следом). По размеру своей биологической ёмкости вне конкуренции здесь Бразилия – 1708 млн гга, Россия – 816 млн гга и Канада – 492 млн гга, занимающие в мировом рейтинге первые три места по этому показателю (см. гл. 3, табл. 3-1), и это, конечно, не случайно. Ведь именно на их территории расположены самые большие в мире нетронутые лесные массивы общей площадью более 16 млн км². А если присоединить к ним лесные экосистемы сопредельных регионов – Скандинавии, США (Аляска), Амазонии (Боливия, Колумбия, Перу), то перед нами вырисуются контуры трёх **глобальных центров стабилизации окружающей среды** (рис. 15-4):

- *Северо-Евроазиатский* (11 млн км²) – куда входят Север Скандинавии и Европейской части России и бóльшая часть Сибири и Дальнего Востока, кроме их южных регионов;
- *Североамериканский* (9 млн км²), включающий северную часть Канады и Аляску;
- *Южноамериканский* – Амазония с прилегающими к ней горными территориями – 10 млн км² [Максаковский, 2008, кн. I].

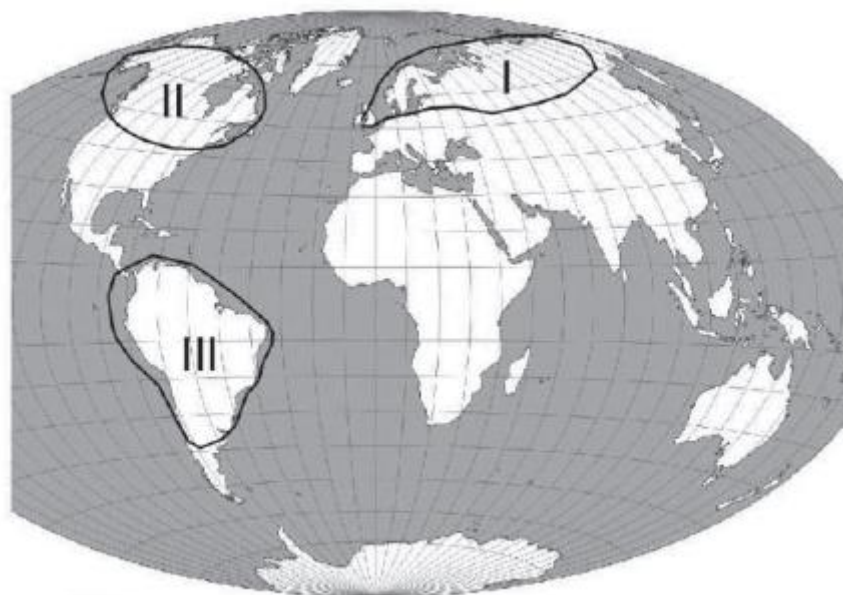


Рис. 15-4. Центры стабилизации окружающей среды (по К.С. Лосеву).
I – Северо-Евроазиатский; II – Североамериканский; III – Южноамериканский

Именно они и Мировой океан с его пока ещё слабовозмущёнными экосистемами, подобно тем китам, что, по представлениям древних, поддерживали нашу Землю, вносят решающий вклад в сохранение стабильности биосферы, позволяя ей более-менее успешно противостоять растущему год от года антропогенному прессу.

Если пройтись по списку стран, которые, наряду с тремя вышеупомянутыми, вносят основной вклад в стабилизацию земной окружающей среды, то мы увидим, что большинство из них входит одновременно в число стран, наиболее обеспеченных лесными ресурсами. При этом всего на десять стран южного лесного

пояса приходится $\frac{3}{4}$ влажных тропических лесов мира. Это Папуа – Новая Гвинея – 63% залесённой территории, Демократическая Республика Конго – 57%, Бразилия – 55%, Перу, Колумбия, Боливия – по 53%, Венесуэла – 52%, Мьянма – 46%, Индонезия – 44% и Индия – 23% (правда, последняя, обладая высоким экологическим следом, относится к категории «должников» биосферы) [Worldstat. Info].

Парадокс, однако, состоит в том, что многие из этой десятки занимают место и в списке лидеров по площади ежегодного сведения лесов. И первой в нём фигурирует, увы, Бразилия – 20 тыс. км² лесов в год. В число «рекордсменов» входят также Индонезия (10,8 тыс. км²), Боливия (5,8 тыс. км²), Венесуэла (5 тыс. км²), Мьянма (3,9 тыс. км²) и Парагвай (3,3 тыс. км²) [Максаковский, 2008, кн. I]. А всего, по данным ФАО, за период 2000-2010 гг. мир лишился 3,2% всей площади лесов, имевшейся в 2000 г., что эквивалентно территории Южно-Африканской республики. А чистые потери – с учётом лесовосстановления – составили 1,3% [Состояние лесов..., 2012, с. 19-20]. И, хотя в обзоре ФАО по лесным ресурсам мира, представленном её Генеральным директором на 14 Всемирном лесном конгрессе в Дурбане (ЮАР, 2015), высказывается надежда на благоприятные перемены, но это именно осторожный оптимизм, когда велик соблазн принять желаемое за действительное.

Да, за последние 25 лет примерно в половине стран мира тенденцию обезлесения удалось остановить или даже повернуть вспять. В результате, годовые темпы чистых лесных потерь в мире сократились с 0,18% (начало 1990-х гг.) до 0,08 % (2010-2015 гг.) – т.е. более чем на 50%. А глобальные выбросы двуокиси углерода, связанные с деградацией лесов, снизились за полтора десятилетия на 25% (в пересчёте на углерод) – с 3,9 ГтС/год (2001 г.) до 2,9 Гт С/год (2015 г.). Причём наиболее впечатляющих успехов добилась в этом плане Бразилия, на которую приходится более 50% от общего сокращения выбросов углерода [Global Forest Resources Assessment 2015].

Тем не менее, согласно последним спутниковым данным, тропические леса продолжают исчезать ускоренными темпами, и это ускорение составляет 2 тыс. км² в год [Hansen et al., 2013]. В целом же на тропический пояс приходится примерно половина всех лесных потерь мира, причём именно здесь отмечено самое неблагоприятное отношение потерь к приросту (см. табл. 15-2). А наивысшая скорость деградации лесов наблюдается в странах Южной Америки – в Аргентине, Парагвае, Боливии.

Таблица 15-2

Общий баланс деградации и прироста лесов по климатическим зонам за 2000–2012 гг. (по материалам [Hansen et al., 2013])

Леса по зонам	Потеря (км ²)	Прирост (км ²)
Тропические	1105786	247233
Бореальные	606841	207100
Субтропические	305835	194103
Умеренные	273390	155989
Всего	2291851	804425

Источник: [Наймарк, 2013].

Из таблицы видно, что общая площадь лесных потерь за 12 лет наблюдений составила 2,2 млн км², в то время как прирост достиг лишь 0,8 млн км². Быстрее всего исчезают и деградируют тропические леса. В умеренной же зоне общий

прирост превосходит лесные потери. В зависимости от зоны существенно различаются и причины обоих процессов. Так, если в умеренных и северных широтах это главным образом пожары, то среди причин гибели тропических лесов на первом месте человеческая деятельность, связанная с интенсивной вырубкой лесов с целью высвобождения земли под сельскохозяйственные нужды и ради получения деловой и топливной древесины (для более чем 2 млрд человек на Земле дрова служат основным видом бытового топлива, а в Африке на эти цели расходуется 80% добываемой древесины) [FAO, 2010].

К сожалению, сиюминутная польза, извлекаемая от вырубки лесов и измеряемая в текущих рыночных ценах, как правило, перевешивает долговременные и не столь очевидные выгоды устойчивого лесопользования. Многие из них – такие, как климатическая составляющая, водоохранная функция, защита почв от эрозии, сохранение биоразнообразия, – вообще не имеют рыночной стоимости и никак не компенсируются соответствующими экономическими механизмами. «Рыночные сигналы не учитывают полной стоимости экосистемных услуг, – говорится в отчёте аналитической группы при ЮНЭП “Экономика экосистем и биоразнообразия” (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, ТЕЕВ). – Более того, некоторые из них непреднамеренно оказывают негативное воздействие на природный капитал» [ТЕЕВ, 2010, с. 37]. В результате стоимостная оценка лесов нередко занижается, что создаёт предпосылки для их беспрепятственного и безнаказанного уничтожения.

Лесопользование – это сфера, в которой национальные и общечеловеческие интересы вступают в особенно глубокий конфликт с частным бизнесом. И здесь «охранной грамотой» лесу должна служить, прежде всего, государственная власть. Об этом, в частности, говорит и опыт Бразилии, где ещё в 1988 г. была разработана Программа защиты лесов, предусматривающая отмену субсидий и кредитов на сельскохозяйственные проекты в бассейне Амазонки. А в 1996 г. Национальный конгресс страны принял специальный закон, призванный сдержать процесс уничтожения тропических лесов и запрещающий земледельцам сводить более 20% произрастающего на их участках девственного леса. Благодаря этому в Бразилии, начиная с 2005 г., удалось вдвое снизить темпы истребления лесов – с 40 до 20 тыс. км²/год [Максаковский, 2008, кн. II; Наймарк, 2013].

Другой причиной массовой гибели лесов в последнее десятилетие стали эпидемии, вызванные распространением древесных вредителей. По мнению британских специалистов, их провоцирует активизация международных торговых-транспортных связей. В результате количество как случайно, так и не случайно интродуцированных видов постоянно растёт, причём среди них встречаются и патогенные, к которым местные растения не имеют иммунитета. Поэтому болезни часто принимают характер эпидемий [Boyd et al., 2013].

Выше уже приводились расчёты В.Г. Горшкова, показывающие, что остановить накопление в атмосфере двуокиси углерода, не отказываясь в то же время от сжигания ископаемого топлива, можно, если вывести из хозяйственного обращения около 40% эксплуатируемых лесов. К сожалению, далеко не во всех странах такое возможно в принципе. А потому наш взгляд с надеждой обращается, прежде всего, к странам северного и южного лесного пояса. Их обширные залесённые территории и зачастую невысокая плотность населения позволяют без особого для них ущерба высвободить из-под антропогенного пресса часть нарушенных лесных экосистем. Таковы, например, Россия, Канада, большая часть стран Южной Америки, Демократическая Республика Конго, являющиеся своего рода гарантом стабильности глобальной окружающей среды.

Беда, однако, в том, что первоочередная задача для многих тропических стран состоит не столько в приумножении их лесного богатства, сколько в его охране от непрекращающегося истребления. И если развитые страны действительно озабочены симптомами угрожающей деградации биосферы, они не могут оставаться в стороне от этого процесса. Тем более, что большинство из них, будучи основными источниками эмиссии парниковых газов, фактически существуют за счёт своего рода «экологической ренты», предоставляемой им странами с сохранившимися экосистемами, т.е. за счёт потребления чужого экологического пространства.

К сожалению, проблема эта по-настоящему ещё не осознана на межгосударственном уровне, как, впрочем, нет до сих пор полной ясности и относительно истинной цены того, что мы называем экологическим пространством. Во всяком случае, эта не та цена, которую горожане платят, например, за воду (т.е. за забор и доставку воды и за амортизацию оборудования), а фермеры и владельцы недвижимости – за аренду земли. Ведь цена последней определяется не столько природными сообществами, которые на ней «прописаны», сколько спросом и предложением на те конкретные «услуги», которые она способна предоставить. Это могут быть, конечно, и живописные достоинства какого-нибудь лесопарка, где можно развернуть курортное строительство, но чаще всё-таки речь идёт о плодородии участка земли (в расчёте на возделывание сельскохозяйственных культур), его местоположении (пригодности под городскую либо промышленную застройку) или богатствах его недр. Таким образом, дело, как правило, касается той или иной финансовой выгоды, которую можно извлечь из освоенного участка земли, но почти никогда – его общебиологической ценности как элемента биосферы, выполняющего свою часть работы по поддержанию её стабильности.

В бывшем СССР в конце 1980-х гг. была предпринята попытка путём экспертных оценок определить в денежном выражении ресурсосберегающую и ресурсовосстанавливающую роль заповедников, т.е. оценить их вклад в стабилизацию окружающей среды. Оценка производилась в рублях и составила, по мнению экспертов, 2000 руб. за гектар, или в пересчёте на тогдашний государственный (нерыночный) курс доллара, – около 1000 долл./га [Лосев и др., 1993]. Таким образом, работа по выполнению экосистемами – а заповедник это типичный случай ненарушенной экосистемы – их функции по поддержанию и стабилизации окружающей среды была, весьма условно, конечно, оценена в 1000 долларов за один гектар.

А, между тем, только в одном 2014 году на 86 млн км² частично или полностью разрушенных экосистем суши человечество получило валовой продукт порядка 78 трлн долл. [World Factbook]. И, следовательно, 1 га деформированных или разрушенных экосистем даёт вклад в мировой валовой продукт, равный примерно 9000 долл./год. С учётом инфляции, которая, по данным API, составила за 25 лет около 50% [StatBureau.org 2015], эти 9000 долл. могут быть приравнены к 4500 долл. за гектар в ценах 1988–1989 гг. Разница, как видим, в 4,5 раза. И даже если не закрывать глаза на некорректность сопоставления рыночного и нерыночного курса доллара, она всё равно существенна. А потому любой экологически не озабоченный экономист сумеет при желании легко «доказать» невыгодность сохранения природных экосистем.

Но это невыгода сегодняшнего дня, да и то уже вызывающая сомнения у многих здравомыслящих людей, даже не обременённых познаниями в глобальной экологии: ведь чистая речная вода, грибные и ягодные леса, радость общения с непотревоженной, дикой природой исчезают из обихода современного человека. А жизнь с прицелом на завтрашний день, с мыслью о будущем внуков и правнуков,

требует, очевидно, иной стратегии. И поскольку надежда на «отгороженную» от остального мира экологическую стабильность своей территории, в неявном виде присутствующая в программах устойчивого развития некоторых развитых стран, не выдерживает серьёзной научной аргументации, их населению рано или поздно (и лучше рано, чем поздно) придётся-таки делать свой выбор. Выбор между бумом безудержного потребления и разумным самоограничением. Между дорогостоящими и амбициозными проектами, вроде фирменных небоскребов, фешенебельных представительских отелей и многомиллионных зрелищных мероприятий, и не сулящими никакой скорой прибыли вложениями в дело сохранения окружающей среды, которые, по идее, должны стать особо престижными для крупного и среднего бизнеса. То есть выбор между корпоративным и национальным эгоизмом, с одной стороны, и озабоченностью судьбами человечества – с другой.

А чтобы всё сказанное не выглядело отвлечённой абстракцией, попробуем конкретизировать его на примере России, чьё географическое положение и природные особенности обеспечивают ей ключевую роль в глобальном экологическом раскладе.

* * *

Как и любая индустриальная страна, Россия также вносит свой вклад в загрязнение и деградацию окружающей среды, включая и эмиссию антропогенного углерода, ведущая роль в которой принадлежит ископаемому топливу (его сжигание определяет около 80% всех выбросов парниковых газов в России.) В 2000–2001 гг. эти выбросы были оценены величиной 0,54 ГтС/год, или 5,7% от общемировых. В то же время нетто-поглощение атмосферного CO₂ лесами России составило, по разным оценкам, от 0,2 до 0,5 ГтС/год. Суммарный же сток CO₂ во все ненарушенные экосистемы на территории страны составил 1,0 ГтС/год. Из этого следует, что Россия не только не является источником роста концентрации CO₂ в атмосфере, но располагает неизрасходованным ресурсом по его абсорбции, размер которого оценивается величиной не менее 0,3 ГтС/год [Вклад российских лесов..., 2004; Залиханов и др., 2006]. Очевидно, что данным ресурсом пользуются другие государства, не располагающие достаточной площадью сохранившихся экосистем, необходимых для поглощения собственной эмиссии CO₂. Иными словами, экологическое пространство России используется безвозмездно.

Но вместо того, чтобы воспользоваться этим своим естественным преимуществом и закрепить за собой статус экологической державы, Россия всё дальше отходит от былых экологических приоритетов, которые в начале 1990-х гг. позволяли ей вписываться в общемировой тренд движения к устойчивому развитию. А внутреннюю политику в 2000-2015 гг. иначе, как курсом на деэкологизацию, пожалуй, не назовёшь. Между тем, оснований для озабоченности экологической ситуацией в стране за эти годы ничуть не убавилось.

Так, например, при 11 млн км² территорий с сохранившимися природными экосистемами (около 65% от всей площади страны и 22% мировой территории, занятой такими экосистемами), 2/3 её жителей обитают в экологически неблагоприятных районах, в которых сосредоточено около полутора сотен городов, включая почти все города - «миллионники». В большинстве из них постоянно фиксируется превышение предельно допустимых концентраций токсических веществ, как в воздухе, так и в источниках питьевого водоснабжения. Но если в 1990-е гг. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу постепенно уменьшались, то с 2000 г. начинается их ежегодный прирост. А на городских и пригородных свалках и полигонах, мало чем отличающихся от обычных свалок,

накоплено свыше 110 млрд т твёрдых промышленных и бытовых отходов, которые отравляют подпочвенные воды, а также поверхностные водоисточники, и насыщают воздух крайне опасными для здоровья диоксинами [Данилов-Данильян, 2006]. Ничего подобного не увидишь сегодня ни в одной развитой стране мира. Так что неблагоприятный экологический фон для большинства российского населения это, можно сказать, его повседневная реальность.

Однако эта реальность, никак не сопрягается в сознании рядового россиянина с проблемой устойчивого развития, не имеющей, как ему представляется, отношения ни к его сегодняшнему, ни к завтрашнему дню. Не потому ли, что этот завтрашний день, как показали исследования Римского клуба, обычно не простирается для российских граждан далее нескольких недель? Соответственно, и печать и телевидение, подстраиваясь под эту массовую психологию и в значительной мере формируя её, заполняют свои каналы и страницы прежде всего так называемыми горячими новостями, почти не дающими пищи для размышлений о судьбах страны, о будущем своего народа и мира в целом.

Что же касается политических и государственных деятелей, то большинство из них полагает, что в период структурной перестройки вопросы устойчивого развития для России по меньшей мере неактуальны. Логика здесь проста: сначала надо преодолеть трудности сегодняшнего дня, а затем уже думать о переходе к устойчивости. К тому же при равнодушии избирателя к общеэкологическим проблемам, не затрагивающим непосредственно его микрорайона или посёлка, они оказались вытеснены из предвыборных платформ и программ. Так что для человека, идущего во власть, это явно не выигрышная тема. И после всплеска экологической активности в перестроечные и первые постперестроечные годы интерес к экологической проблематике начал быстро спадать, и с первого-второго места в рейтинге 1989 г. она переместилась к 2000 г. на десятое-двенадцатое место [Лосев, 2001]. И если в большинстве развитых стран вопросы устойчивого развития постоянно находятся в поле общественного внимания, то в России они остаются уделом узкого круга профессионалов и обсуждаются лишь на специально посвящённых им конференциях и симпозиумах.

Весьма показательны в этой связи и метаморфозы, происшедшие за два последних десятилетия с российским экологическим ведомством. Так, если в первые постперестроечные годы оно получило статус министерства, то затем было понижено до уровня Государственного комитета по охране окружающей среды и природных ресурсов. А после избрания в 2000 г. президентом В.В. Путина упразднён и Комитет, причём его функции не были переданы ни Министерству природных ресурсов, ни какому-либо другому органу исполнительной власти. В указе президента о ликвидации Комитета его правопреемник вообще не был определён – случай в истории российской бюрократии беспрецедентный. Лишь через несколько лет в Положении о Министерстве природных ресурсов появились формулировки, возлагавшие на него природоохранные функции, т.е. произошёл возврат к порочной практике советских лет: кто разрушает природу, тот сам себя и контролирует.

И результаты не замедлили воспоследовать. Понижилась жёсткость экологических требований к хозяйствующим субъектам, был существенно облегчён доступ к природным ресурсам для крупного и среднего бизнеса. Лучшие природные уголки в окрестностях больших городов начали застраиваться элитными посёлками, а заповедникам приходится постоянно обороняться от посягательств на их, казалось бы, неприкосновенную территорию со стороны местных властей и приближённых к ним бизнесменов.

В 1994 г. вышел указ президента Б.Н. Ельцина «О государственной стратегии развития Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития», а два года спустя – также президентским указом – была утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Этим же указом федеральному Правительству предписывалась разработка «Стратегии перехода Российской Федерации к устойчивому развитию». Однако этот основополагающий для большинства стран документ, принять который рекомендовала Конференция 1992 г. по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро, будучи разработан в 1997 г. Министерством экономического развития с привлечением ведущих специалистов других министерств и ведомств и представителей общественности, так и не был принят. В конце того же 1997 года он был рассмотрен на заседании Правительства и отправлен на доработку в соответствии с высказанными замечаниями (стандартная практика). А дальше вмешался экономический кризис 1998 г. и августовский дефолт. О проекте Стратегии, как и о многом другом, просто забыли, и она была фактически снята с повестки дня. Но это непринятие Россией программы перехода к устойчивому развитию, в общем, симптоматично. Ну, а что же взамен?

На сегодня в РФ существует несколько паллиативных документов, лишь в малой степени пытающихся решить те задачи, которые должны были стать целью Стратегии. Это, в частности, принятая в 2002 г. «Экологическая доктрина России» (её окрестили «дымовой завесой», призванной погасить возмущение россиян ввозом в страну радиоактивных отходов), о которой тогдашний премьер-министр М.М. Касьянов доложил на Саммите в Йоханнесбурге (2002) как о большом достижении, хотя никаких ощутимых результатов она не принесла. Позднее она была дополнена одобренной Правительством «Стратегией социально-экономического развития РФ на период до 2010 года», а параллельно с ней принят набор отраслевых стратегий развития до 2020 г. Но заменить развёрнутую стратегию перехода страны к устойчивому развитию эти документы, к сожалению, не в состоянии.

В 2008 г. к названию Министерства природных ресурсов были добавлены слова «и экологии», хотя от подновления этой вывески сама экология ничего не приобрела. Сегодня экологическими проблемами в России занимаются около 20 министерств и ведомств. Но, как говорят, у семи нянек дитя без глаза, и отсутствие единого органа, ответственного за охрану окружающей среды и ни за что другое, крайне негативно сказывается на экологической политике [Данилов-Данильян: Экология..., 2001; Фомин, 2005]. И в этом отношении Россия опасно отстаёт от большинства других государств, а её дрейф в антиэкологическом направлении оборачивается увеличением удельного веса природоэксплуатирующих и загрязняющих отраслей, ростом энергоёмкости продукции и, в конечном счёте, ориентацией экономики на безграничность ресурсной базы. Но если экономическая система уже в своих генах несёт «антиэкологичность», то что может противопоставить ей государственная природоохрана, обречённая следовать в её фарватере?

2017-й год объявлен в России годом экологии. Сейчас, когда мы заканчиваем эту книгу, пошёл уже 4-й квартал 2016 года, однако никаких перемен в этой сфере на федеральном уровне не просматривается, если не считать обычной бюрократической суеты и имитации реальной деятельности. Так что ни на какие серьёзные подвижки в «экологическом году» рассчитывать, по-видимому, не приходится.

Особенно опасным на этом фоне представляется покушение на российские «экологические бастионы» – таёжные сибирские леса и болота, испытывающие всё более мощный пресс со стороны хозяйствующих субъектов. «Часто приходится слышать, – говорится в комментариях к Атласу малонарушенных лесных территорий России [2003], – что Россия – это страна, бóльшая часть которой по-прежнему покрыта бескрайними дремучими лесами, практически безлюдными и нетронутыми. Так думают даже многие эксперты в области охраны природы, когда говорят, что две трети всей лесной зоны России составляет «совершенно дикая природа».

Увы, это миф. «Полученные результаты разрушают представление о том, что на территории России до сих пор преобладают малонарушенные, нетронутые лесные территории. Такие ландшафты преобладают только на севере Восточной Сибири и Дальнего Востока. <...> На большей части Европейской России и Западной Сибири, юга Восточной Сибири и Дальнего Востока лесная растительность уже коренным образом преобразована хозяйственной деятельностью. Во многих из этих регионов крупных малонарушенных территорий не сохранилось. Уцелевшие здесь малонарушенные леса представлены мелкими фрагментами, которые не способны поддерживать все компоненты и функциональные свойства, присущие малонарушенным лесным территориям» [Там же].

Однако в России не только не помышляют об уходе из слабозаселённых регионов Сибири и Крайнего Севера, но, напротив, готовятся к дальнейшему их «освоению», о чём постоянно говорят чиновники различных уровней. Обсуждаются такие проекты, как строительство на Нижней Тунгуске одной из крупнейших в мире Эвенкийской ГЭС мощностью около 8 ГВт, с высотой плотины около 200 м и площадью затопления порядка 1 млн га. Строительство рассчитано на 18 лет. Одновременно запроектирована прокладка двух высоковольтных линий электропередач Эвенкийская ГЭС – Тюмень протяжённостью 600 и 800 км, а также ввод трёх дополнительных энергоблоков на Нижне-Курейской ГЭС для обеспечения энергетических потребностей стройки [Нефедов, 2008]. И это на территории, признанной ЮНЕСКО самой экологически чистой на планете!

Когда-то М.В. Ломоносов произнес провидческие слова о том, что «российское могущество прирастать будет Сибирью». Но сегодня мы, похоже, сами подрубаем сук этого могущества, понимая его донельзя узко и прямолинейно. Хотя, казалось бы, сама ситуация экологического вызова сообщает этому старому пророчеству новый смысл и дыхание. Ведь через сохраняемую в неприкосновенности природу Сибири и Дальнего Востока Россия вносит свой вклад в сохранение глобальной окружающей среды, стабилизируя концентрацию атмосферного CO₂, поддерживая континентальный влагооборот, обеспечивая воспроизводство почвы и её защиту от эрозии и т.д. Так что не выкачиваемые из недр миллионы баррелей нефти, которые мы расточаем щедрой рукой, не заботясь о потомках, и не атомное оружие, а именно это бесценное достояние способно утвердить её в статусе мировой державы, в то время как множество других стран, растерявших свои природные ресурсы, с тревогой вглядываются в будущее, стремясь заслониться от угрозы, которую несёт с собой дальнейшая деградация биосферы.

Впрочем, под словом «бесценное» не следует понимать, что оно вообще не имеет никакой конкретной цены. И специалисты попытались эту цену «рассчитать, взвесить, измерить». Они исходили при этом из тех экономических потерь, которыми чревато для стран Западной Европы, США и Японии выполнение обязательств по Киотскому протоколу по снижению эмиссии углерода. Эти финансовые затраты, как пришли к заключению международные эксперты,

составляют от 550 до 1100 долл. за каждую тонну не выброшенного в атмосферу углерода. И если, как сказано выше, суммарный сток антропогенного углерода России в собственные экосистемы равен примерно 1 ГтС/год, превышая эмиссию CO₂ с российской территории на 0,3 ГтС/год, то, следовательно, экосистемы России выводят из атмосферы также и «чужой» углерод на сумму от 165 до 330 млрд долл. в год. Это те миллиарды, которые наша страна фактически инвестирует в мировое сообщество, в том числе в развитые страны [Залиханов и др., 2006].

Одновременно источники и стоки углерода были оценены и для других регионов континентального масштаба – Азии (без стран СНГ), республик бывшего СССР, Африки, Западной и Центральной Европы, обеих Америк и Австралии [Kondratyev et al., 2004]. Как уже говорилось, крупнейшим дестабилизатором климата на Земле служит сегодня Южная и Юго-Восточная Азия. За ней следуют Северная Америка и Европа – в основном за счёт индустриальной эмиссии. Африка пока что близка к нейтральному результату, а Австралия и, особенно, Южная Америка остаются территориями, стабилизирующими климат, благодаря сохранившимся там ненарушенным экосистемам. Баланс антропогенного углерода для территории СНГ оказался близок к нулевому за счёт экосистем России.

В табл. 15-3 показаны оценки стока антропогенного углерода в ненарушенные и частично нарушенные лесные экосистемы Северного полушария (Россия, США и Канада), полученные разными методами и сопоставленные со спутниковыми данными [Muneri et al. 2001].

Таблица 15-3

Сток углерода в леса Канады, России и США						
Страны	По спутниковым данным			По другим данным		
	запас, ГтС	сток, ГтС/год	площадь, млн га	запас, ГтС	сток, ГтС/год	площадь, млн га
Канада	10,56	0,0731	239,5	11,89	0,093 0,085	244,6
Россия	24,39	0,2836	642,2	32,86	0,429 0,058	816,5 763,5
США	12,48	0,1415	215,5	13,85	0,167 0,098 0,020	217,3 247,0

Источник: [Залиханов и др., 2006].

К сожалению, сосредоточенность Киотского протокола, а также сменившего его Парижского соглашения по климату (2015 г.) на эмиссии CO₂ за счёт сжигания ископаемого топлива оборачивается к невыгоде ряда стран, включая Россию, явной недооценкой таких факторов, как выбросы углерода вследствие землепользования и его депонирование сохранившимися экосистемами. А, между тем, интересы стабилизации глобальной окружающей среды требуют кардинального пересмотра в отношении к этому планетарному богатству. И, прежде всего, более действенных мер по инвестированию финансового капитала в охрану и восстановление лесов, что перевесило бы материальную выгоду от их уничтожения. Или, как предлагает В.Г.Горшков, введения международного налога, который развитые страны выплачивали бы странам – обладателям нетронутой цивилизацией биоты в размере, превышающем возможные доходы от её эксплуатации [Горшков, 1995, с.36]. И тогда, быть может, и в нашей стране заработают другие мотивационные механизмы и сделается очевиден тот ущерб, который мы наносим своим национальным интересам. А сохранение лесных массивов Сибири, Дальнего

Востока и Севера Европейской части России станет для неё стратегическим приоритетом.

Если сравнить площади, занятые невозмущёнными и слабовозмущёнными экосистемами в России начала XX века, т.е. до появления первых признаков экологического кризиса, с сегодняшними, то их соотношение составит 80% к 65% [Лосев, 2001]. Следовательно, за столетие, и, главным образом, за 70 лет господства централизованной экономики, страна лишилась 2,5 млн км² своих экосистем. При этом не последнюю роль сыграло безответственное отношение к земле, которую щедро отводили под любые нужды и неоправданные проекты.

Результаты такого «хозяйствования» дают себя знать и поныне. Так, площадь сельскохозяйственных земель на душу населения в России (1,5 га, в том числе 0,88 га пахотных) вдвое и даже втрое выше по сравнению с большинством развитых стран. В Финляндии, например, аналогичные показатели составляют 0,44 га и 0,43 га, а в Швеции – 0,35 га и 0,29 га [Worldstat Info], причём эти северные страны являются экспортёрами сельхозпродукции. И в то время как остальной мир переживал «зелёную революцию», переходя к интенсивным методам земледелия и сокращая площадь обрабатываемых земель, советское сельское хозяйство шло по противоположному пути, расширяя площадь последних при низкой эффективности аграрного производства. То же самое можно сказать и о проектах освоения Севера и многих других грандиозных начинаниях, требовавших больших государственных вложений и быстро выявивших свою полную неэффективность в условиях рыночной экономики.

А.И. Солженицын в своём трактате «Как нам обустроить Россию» [1990] приводит слова известного государственного деятеля начала XX века С.Е. Крыжановского, одного из сподвижников П.А. Столыпина и последнего государственного секретаря Российской империи: «Коренная Россия не располагает запасом культурных и нравственных сил для ассимиляции всех окраин. Это истощает русское национальное ядро». Нет, не экологический аспект занимал в момент появления статьи её автора, писавшего о «духовном и телесном спасении нашего народа» ещё до распада Советского Союза. Но если на место имперских национальных окраин – республик бывшего СССР – поставить слабозаселённые регионы Сибири, Дальнего Востока и Севера Европейской России, то идейный вектор солженицынских раздумий во многом смыкается с тем, что тревожит сегодняшних экологов. Потому что имперские амбиции всё ещё довлеют в нашем национальном сознании, в том числе и в отношении к природе. А постепенное отступление, уход из этих регионов как нельзя лучше согласуется с задачей обустройства обжитых российских земель, занимающих пространство в пределах так называемого «треугольника трёх городов» – Петербурга, Иркутска, Сочи. А если добавить сюда ещё большую часть Приморья и южные районы Хабаровского края, то мы получим тот наиболее благоприятный по своим природно-климатическим условиям ареал, в котором проживает 95% населения страны.

На этой территории в 5 млн км², простирающейся к югу от 55-й – 60-й параллели и включающей Урал, Европейскую часть России и южные окраины Сибири и Дальнего Востока, сосредоточено 95% промышленного потенциала страны и почти 100% её сельскохозяйственных угодий, что делает процесс высвобождения слабо освоенных территорий практически безболезненным для подавляющего большинства населения [Лосев, 2001]. Вместе с тем в выигрыше окажутся и коренные народности Севера, находящиеся сегодня фактически на грани вымирания или перед альтернативой ухода из родных мест с полной потерей национальной идентичности. Во-первых, они получат в своё распоряжение чистую

природную среду, а во-вторых, возможность вернуться к своим культурным корням и традиционным промыслам.

Что же касается уцелевших массивов дикой природы, то все они, наравне с заповедниками, должны быть переданы в государственную собственность с полным запретом на их хозяйственное использование, за исключением особых случаев – разработка геологических месторождений с применением щадящих технологий, строительство объектов стратегического назначения и т.п. Но и для них должны быть предусмотрены компенсационные механизмы в виде восстановления экосистем на другой, родственной в природном отношении территории. Вместе с тем, запрет на хозяйственную деятельность в пределах ненарушенных экосистем не означает лишения людей возможности общаться с природой при строгом соблюдении определённых правил (экологический туризм), важнейшее из которых – выполнение любого вида деятельности на статусной территории исключительно на основе мускульной силы.

* * *

Всем сказанным, однако, не исчерпывается экологический потенциал России, который она могла бы обратить на благо остального мира. Как отмечает российский географ Б.Б. Родоман, ландшафт среднерусской глубинки принципиально отличается от такового в большинстве европейских стран. Дело в том, что за столетия существования жёсткой властной вертикали на территории, которую теперь именуют постсоветским пространством, близь границ большинства областей возникли малолюдные «мёртвые» полосы, где традиционные поселения исчезли ещё в советское время. В результате сформировался уникальный «поляризованный ландшафт», в котором на фоне преобладающих «вертикальных» связей с Москвой, с административными областными центрами оказалась резко ослабленной «горизонтальная» инфраструктура [Родоман, 2012]. Не зря же понятие глубинка не встречается за пределами русского языка.

В древнеримской империи говорили: все дороги ведут в Рим. Нечто похожее сложилось и в советской империи, и в постсоветской России, что особенно наглядно демонстрирует наше Нечерноземье. Так, если полвека назад любую его деревню связывали с соседними три-четыре дороги, по которым ходил автомобильный транспорт, то теперь добраться до них можно лишь пешком, в крайнем случае, на велосипеде. В более-менее сносном состоянии находятся только те дороги, по которым ездит начальство. И к этой «вертикальной оси» привязаны, как правило, и автобусные маршруты, ориентированные в направлении ближайшего областного (районного) центра. И чем ближе к границам региона, тем глуше и призрачней становится жизнь, так что в непосредственной близости от границ, а особенно на стыке нескольких областей, образуются настоящие медвежьи углы, где нет практически никакой транспортной сети, но зато формируется естественная сеть трансконтинентальных экологических коридоров – так называемый эконет, соединяющий территории с ненарушенными или слабонарушенными экосистемами.

Мы не случайно употребили термин трансконтинентальные, поскольку именно на это и нацелен эконет. «Для поддержания жизнеспособности и целостности биосферы, – пишет Родоман, – природные уголья должны занимать не только достаточную площадь, но и составлять сплошной, связный массив посредством зелёных коридоров» [там же]. Но если в западноевропейских странах, чтобы реализовать подобную идею, надо выкупать и рекультивировать земли, находящиеся в частной собственности, то у нас для этого не нужно прилагать никаких усилий. Достаточно лишь поддерживать status quo, т.е. не восстанавливать заброшенные дороги, а лишь содержать в порядке существующие, обеспечивая

движение по осевым магистралям. И нет более верного способа погубить любой природный объект, как провести туда автодорогу.

Б. Родоман указывает и на ещё один резервуар мало затронутой дикой природы. Это армейские склады и полигоны. «Министерство обороны РФ, – пишет он, – крупнейший в мире консолидированный землепользователь. За колючей проволокой наших запретных зон, если судить, например, по Подмосковию, может скрываться до десятой части страны». Причём военные даже лучше сохраняют занятый ими природный ландшафт, если, конечно, не используют его по прямому назначению, чем не имеющие средств на мало-мальски надёжную охрану заповедники. Поэтому де-факто именно военные полигоны, а также правительственные дачи, охотничьи заказники, усадьбы олигархов и пр., являются у нас по-настоящему охраняемыми природными резерватами, и в наших интересах, чтобы эти земли оставались за силовыми и охранными ведомствами как можно дольше.⁴¹

Но особый интерес этой и других перекликающихся с ней публикациях Б.Б.Родомана представляет их геополитический аспект, несмотря на ряд содержащихся там спорных моментов. Речь идёт об экологической специализации России, как называется его цитируемая здесь статья. И хотя высказываемые им идеи зачастую не новы и уже послужили предметом обсуждения среди российских экологов [Лосев и др., 1993; Кондратьев и др., 1993; Арский и др., 1997; Данилов-Данильян, 1999; Данилов-Данильян, Лосев, 2000], но после 2000 г. тема эта практически звучать перестала. В условиях деэкологизации российской политики многим из них пришлось переключиться на вопросы выживания природоохранной системы, и та роль, которую могла бы сыграть Россия в сохранении экологического баланса планеты, отошла на задний план и оказалась в глубокой тени. Так что сам факт обращения Родомана к этим проблемам на новом историческом витке – свидетельство того, что идея эта ещё жива и, наперекор проводимой политике, возрождается в общественном сознании.

Итак, дилемма, стоящая сегодня, согласно Родоману, перед нашей страной, в двух словах такова: оставаться ли ей в роли вечного отстающе-догоняющего аутсайдера, ставящего себе целью во что бы то ни стало вписаться в качестве равноправного игрока в общемировую систему, или же, воспользовавшись своими географическими преимуществами, закрепить за собой роль ведущего «экологического донора». «Не надо стараться догонять ушедший поезд и обязательно выравняться с остальными странами по каким-то экономическим показателям. <...> Россия могла бы специализироваться на роли экологического сторожа, чтобы охранять природный ландшафт в интересах всего человечества, может быть, опираясь при этом и на вооружённые силы, скорее всего международные, дабы препятствовать, скажем, заселению нашей Сибири. Нельзя допустить, чтобы с ней произошло то, что случилось с Манчжурией всего лишь за одно столетие. Она была такой же таёжной, такой же редконаселённой, как Сибирь» [Родоман, 2004].

Конечно, мысль о том, что России при её необъятных просторах и относительной малолюдности трудно будет удержать за собой Дальний Восток и Сибирь, высказывалась уже не раз. Но, по мнению Родомана, ситуация далеко не столь однозначна и при определённых условиях может быть обращена на пользу

⁴¹ Справедливости ради следует напомнить, что об этом же в конце 1980-х гг., в период перестройки, писал известный эколог, член-корреспондент РАН А.В. Яблоков. Правда, тогда вопрос ставился о передаче территорий неиспользуемых оборонных объектов в природоохранную систему России, что, к сожалению, не встретило понимания у государственных чиновников и военных.

России – если она сумеет поставить свой богатейший природный потенциал на службу остальному человечеству. И в этой связи он высказывает сомнение в отношении укоренившегося у нас подхода к проблеме депопуляции. Действительно ли депопуляция представляет для нашей страны абсолютное зло, грозящее перечеркнуть её будущее? И нуждается ли Россия в притоке мигрантов для восполнения убыли населения и рабочей силы?

Да, иммиграционная подпитка позволяет решить некоторые проблемы – стабилизировать численность населения, обеспечить рабочими руками отрасли, особенно в них нуждающиеся, – но коренных перемен в нынешнем статусе страны она не сулит. По той простой причине, что, согласно выводам социологов, до 80% её жителей – «экономически лишние». Они, как пишет Родоман, не причастны к нефтегазовой трубе, не очень перспективны в качестве производителей и потребителей, а потому обречены на деградацию и вымирание. Целые социально-профессиональные слои, по данным проф. Н.М. Римашевской, погружаются у нас на социальное дно [Римашевская, 2003]. Так что на фоне нынешней экспортно-импортной ориентации страны следует, скорее, говорить о её экономической перенаселённости. И, вообще, видеть в малолюдности России только её негативную сторону, значит, руководствоваться представлениями вчерашнего дня. Для выполнения же Россией её экологической миссии имеющегося населения более чем достаточно.

Родоман проводит в этой связи аналогию между индивидуальной профориентацией и специализацией страны или региона. И так же, как отдельному человеку разумнее всего искать приложение своим силам в той сфере деятельности, к которой у него есть призвание, так и отстающим странам не следует стремиться копировать достижения обогнавших их экономических лидеров, а попытаться реализовать себя там, где у них не будет конкуренции, т.е. занять свою собственную, неповторимую нишу. Для России такой нишей, безусловно, являются её природные ресурсы, благодаря которым она может стать экологическим полюсом всего Восточного полушария. И тут мы воспользуемся ещё одной аналогией, к которой прибегает Родоман, сравнивая её с лесопарковой зоной большого города (а сегодня едва ли не всю сушу можно рассматривать как своего рода Всемирный город – Ойкуменополис).

«Отказавшись от «тяжёлой промышленности» и «среднего машиностроения», наша страна могла бы решительно шагнуть в постиндустриальное общество – конечно, не в его деловой центр, но и не на грязные задворки, а в периферийную природоохранную зону. <...> Россия может занять по отношению к Западной Европе такое же место, как Подмосковье по отношению к Москве, т.е. принять на себя глобальные функции «пригородной зоны мира» – быть источником и резервуаром чистой воды и воздуха, местом физического и духовного оздоровления своих посетителей...» [Родоман, 2012].

Следовательно, только в связке с развитыми странами Россия могла бы обрести своё по-настоящему достойное место в качестве их равноправного «экологического партнёра». Но для этого нужно, чтобы обе стороны осознали ту великую выгоду, которую открывает перед ними такое стратегическое сотрудничество. Прежде всего, это, конечно, сохранение сибирской и дальневосточной тайги и прочих очагов девственной российской природы как источника экологического ресурса мирового значения, чем экономически продвинутые страны озабочены нередко больше, чем сами россияне. Но также и широкая возможность для экологического туризма, приобщения к миру нетронутой дикой природы, спрос на которую с каждым годом будет всё расти. «Именно глобальный, международный подход к природоохранной миссии России, – считает Родоман, – больше всего

способствовал бы её сохранению как уникальной страны и очень специфичной цивилизации» [там же].

Россия же, со своей стороны, сможет претендовать на соответствующую компенсацию («отступные») за воздержание от эксплуатации лесных ресурсов, от применения химикатов в сельском хозяйстве, от загрязняющих окружающую среду промышленных технологий и прочей экофобной деятельности. Иными словами, за бездеятельность. Да, не «что делать», а «чего не делать» – именно так должен быть переформулирован этот извечный для России вопрос при её вступлении на путь экологической специализации. И хотя манией деятельности – этой болезнью современного человечества, чреватой разрушительными последствиями для биосферы, – одержимы многие народы, но России и тут, кажется, принадлежит печальная пальма первенства. В самом деле, отказ от скольких воплощённых и недо воплощённых замыслов мог бы обернуться, а порой и оборачивался, благом для нашей страны. Вспомним хотя бы освоение целинных земель, осушение болот (которые пришлось потом обводнять), запланированный поворот сибирских и северных рек и другие грандиозные проекты покорения природы.

Так что в случае целенаправленной экологизации России ей есть чем поступиться как в своём прошлом, так и в настоящем. Это и искусственно раздутые расходы на вооружение (вторая по численности армия в мире и одна из самых высоких в мире доля ВВП – 5,4%, – ассигнуемая на «оборонку»), и запроектированное строительство гигантской Эвенкийской ГЭС в дебрях Нижней Тунгуски, и разработка новых геологических месторождений, наносящих ущерб окружающей среде (ради ежегодного вывоза из Якутии одного-двух чемоданов с алмазами изувечена, как замечает Родоман, территория размером со Швейцарию), и государственная поддержка производства неконкурентоспособной продукции и т.д. Правда, свёртывание неэффективной или вредной деятельности чревато увеличением численности «экономически лишних» российских граждан. Но вот за это, по идее, и должны платить ей богатые страны, дабы не потерять лесных богатств Сибири или сохранить на правах общемирового достояния чистые Саяны, Алтай, озеро Байкал.

Как явствует из социологических исследований, у нас вне городов круглогодично проживает многомиллионная армия получателей пенсий и пособий, и эти пособия надо увеличивать, чтобы поддерживать сельское расселение. Ведь если миллионы советских людей получали когда-то от государства за бесполезный порой псевдотруд адекватную ему мизерную зарплату (вспомним грустную шутку тех лет: мы делаем вид, что работаем, а они делают вид, что нам за это платят), то почему бы их детям и внукам не получать от других государств полноценное вознаграждение за воздержание от вредной экофобной деятельности? При этом жизнь на пособие далеко не всегда равносильна паразитизму и праздности. Напротив, при соответствующем настрое она позволяет человеку раскрыться в том виде деятельности, к которой у него по-настоящему лежит душа – будь то общение с природой и активная забота о ней, воспитание детей, домашнее хозяйство, художественное творчество или организация малого и среднего бизнеса.⁴²

⁴² Вообще, представление о всеобщей занятости как непрременном атрибуте благополучного, процветающего общества во многом принадлежит вчерашнему дню. Сегодня, в условиях глобализации и колоссального роста производительности труда, в этом уже нет прежней необходимости. «Капитализм упраздняет труд, – говорится в книге У. Бека «Что такое глобализация?». – Безработица уже не периферийное явление, она затрагивает потенциально всех – и демократию как форму жизни в том числе. <...> Всё меньшее количество высокообразованных работников, способных заменить друг друга в любом месте планеты, могут производить всё больше товаров и услуг» [Бек, 2001, с. 109, 114]. И действительно, труд в развитых странах, добавляет Родоман, «стал настолько производительным, что уже исключает необходимость работы в странах с

С другой стороны, россияне – жители больших городов приобретут более здоровую природную среду для повседневной жизни и творческой деятельности. Активный умственный труд не только прекрасно сочетается с экологическим туризмом, но, по-видимому, не может без него существовать. Не случайно самыми яркими фанатами туризма в СССР были инженеры и научные работники из академических институтов и «почтовых ящиков», интуитивно нашедшие эту целебную для себя отдушину в горных восхождениях, байдарочных походах по порожистым рекам и других формах экстремального отдыха, да и в обычных вылазках на природу в выходные и праздничные дни.

Трудно сказать, какую роль туризм сыграл в реализации нашей космической программы или в создании советского ядерного щита, но то, что он мог бы ещё послужить нашей научной и инженерной мысли, это несомненно. И если свой рабочий класс мы практически уже потеряли, то инженерная и научная мысль всё ещё теплится и может возродиться, если создать для неё соответствующие условия. И вместо того, чтобы налаживать рутинный выпуск штампованной продукции – одежды и обуви, телефонов и компьютеров, конкурируя на этом поле с Китаем, Россия могла бы сосредоточиться на опытно-конструкторском направлении, на экспериментальном и малотиражном производстве, продавая затем свои готовые к внедрению научно-технические разработки тому же Китаю, Индии или Индонезии.

Но если, скажем, Соединенные Штаты это, по преимуществу, городская цивилизация (Ойкуменополис), начавшая свою историю три века назад с чистого листа, то деревенские корни в России всё ещё крепки, сколько ни выкорчёвывали их за семь советских десятилетий. Об этом, в частности, говорит неутолимая тяга новоиспечённых и коренных горожан к своим считанным соткам за городской чертой. Правда, эта страсть зачастую оборачивается бедой для природы, поскольку выделение участков находится, как правило, в руках коррумпированных чиновников, которые подходят к этому делу как Бог на душу положит и уж, во всяком случае, без учёта интересов окрестного ландшафта, превращающегося зачастую в сплошной превращающегося зачастую в сплошной человеческий муравейник (человеиник, как выразился А.А. Зиновьев). А размещённые в лесу дачные поселки, по подсчётам В. Каганского, портят в пять-шесть раз больше площади, чем занимают сами [Родоман, 2002].

А, между тем, без традиционных деревень и уцелевших помещичьих усадеб, без находящегося на грани исчезновения неповторимого среднерусского пейзажа, вдохновлявшего когда-то наших великих художников, народ, по Родоману, не может сохраниться как целое. И в большинстве развитых стран эту опасность, надо сказать, хорошо понимают. Поэтому широко практикуемая там государственная поддержка сельского хозяйства – эта явно антирыночная мера, из-за которой ведутся нешуточные бои и в ЕС, и в ВТО, – осуществляется не только в интересах обеспечения своей продовольственной безопасности, которой, в сущности, ничто не угрожает, но и ради сохранения сельского образа жизни, отвечающего современным экологическим и технико-экономическим стандартам.

Вероятно, многое из только что сказанного может показаться неосуществимой мечтой, оторванной от жизни утопией, и против этого трудно что-нибудь возразить. Впрочем, и на идею устойчивого развития многие тоже смотрят, как на утопию. Однако то, что сегодня видится утопией, завтра может оказаться непоправимо упущенной возможностью. И такое в истории бывало уже не раз. Но

низкой производительностью и порочными трудовыми отношениями; глобальный мир прощается с господством наёмного труда и сплошной занятости. Не исключено, что вскоре большинство земель будет жить на пособия» [Родоман, 2012].

одно представляется бесспорным: что будущее России немислимо в отрыве от стран цивилизованной Европы и что самой судьбой они призваны дополнять и взаимообогащать друг друга. И этот давно уже очевидный для многих факт должен проникнуть в сознание всех обитающих на этом пространстве народов.

Глава 16. ЧТО ДАЁТ ИДЕЯ КОЭВОЛЮЦИИ

Есть ли надобность в новых терминах – Коэволюция или устойчивое развитие – Темпы инновационного процесса и скорость формирования «природных технологий» – «Деятельность человека для биосферы всегда означала одно – возмущение» – Вопросы, на которые нет ответа – Эволюция биосферы «в сторону человека» или человека «в сторону биосферы» – Что в реальности за термином «ноосфера»

И по своим масштабам, и по значимости для судеб мировой цивилизации задача перехода к устойчивому развитию с целью предотвращения биосферной катастрофы, без сомнения, превосходит всё, что когда-либо приходилось преодолевать на своём пути человечеству. И хотя за полвека, минувшие с тех пор, как глобальная экология сделалась предметом пристального внимания мирового сообщества, оно существенно продвинулось в освоении интеллектуального поля проблемы, но физически не достигло почти ничего. И даже отдельные позитивные сдвиги выглядят ничтожными на фоне того растущего разрушительного воздействия, которое за тот же период испытала на себе окружающая среда. Это нельзя даже назвать бегом на месте, а скорее, сдачей позиций на ряде важнейших экологических фронтов. А ведь пять десятилетий, считая с середины 1960-х гг., каким бы кратким мгновением ни казались они в сравнении геологическими и даже историческими эпохами, это, по-видимому, время того же порядка, что отделяет нас от начала необратимых изменений в биосфере, если последние, будем надеяться, ещё не начались.

И хотя проблематика устойчивого развития по-прежнему привлекает к себе внимание специалистов из самых разных областей знания, не может не вызывать тревогу разрыв между темпами формирования её естественнонаучной базы и той философски-методологической надстройкой, что ускоренно возводилась над ней в последние десятилетия. А это – при дефиците позитивного, конкретного знания – ведёт к несовпадению содержания, которое вкладывается в базовые понятия разными авторами. Всё сказанное можно отнести и к таким «модным» в наши дни терминам, как *коэволюция*, т.е. содружественное развитие природы и общества, и *ноосфера*. Вот, например, какой смысл вкладывал в них академик Н.Н.Моисеев в одной из своих последних работ:

«Термин «ноосфера» в настоящее время получил достаточно широкое распространение, но трактуется разными авторами весьма неоднозначно. Поэтому в конце 60-х годов я стал употреблять термин «эпоха ноосферы». Так я назвал тот этап истории человека (если угодно, антропогенеза), когда его коллективный разум и коллективная воля окажутся способными обеспечить совместное развитие (коэволюцию) природы и общества. Человечество – часть биосферы, и реализация принципа коэволюции – необходимое условие для обеспечения его будущего. <...> В Рио-де-Жанейро была предпринята попытка сформулировать некую общую позицию, общую схему поведения планетарного сообщества, которая получила название *sustainable development* <...> Мне представляется наиболее разумным считать его идентичным термину «коэволюция человека и биосферы». Именно поэтому я буду считать разработку стратегии *sustainable development* определённым шагом к эпохе ноосферы, т.е. шагом на пути ноосферогенеза» [Моисеев, 1997].

Сразу же заметим, что выражение «эпоха ноосферы» несколько, в сущности, не яснее, чем «ноосфера» – ведь никаких критериев «ноосферности» ни в литературе, ни у самого Моисеева мы не найдём. Что же касается коэволюции, то есть ли, вообще, надобность в каком-то «дублирующем» понятии, коль скоро оно идентично термину *sustainable development*, которым в переводе на национальные языки пользуется весь мир? Да и с самой этой идентичностью дело обстоит не так

просто. Действительно, приравнивание коэволюции к устойчивому развитию или к одной из его модификаций можно встретить не только у Моисеева. Только в России вышло уже несколько посвящённых этой теме работ, в которых термин коэволюция трактуется практически с тех же позиций ([Родин, 1991; Карпинская и др., 1995] и др.).

А, между тем, в первоначальном своём употреблении понятие коэволюция означало лишь взаимное приспособление или согласованное изменение видов в ходе эволюционного биологического развития. Вскоре, однако, стало ясно, что данное выражение отражает и более широкий круг явлений, связанных с эволюционированием любых взаимно адаптирующихся систем или элементов одной и той же системы, в ходе которого претерпеваемые ими изменения не сказываются негативно друг на друге. Так, например, Ю. Одум [1975] выделил свое время девять типов взаимодействия биологических популяций, которые с бóльшим или меньшим основанием могут рассматриваться в качестве вариантов коэволюции.

Однако анализ коэволюции природы и общества – задача настолько сложная и специфичная, что требует совсем особого подхода. При этом нельзя упускать из виду и главной подразумеваемой в этом случае цели – разрешения экологического кризиса путём перехода к устойчивому развитию, по отношению к которому коэволюция выступает то ли как средство его реализации, то ли даже как подменяющее его понятие.

Так что же надлежит понимать под коэволюцией природы и общества (биосферы и человека)? Ответ на этот вопрос, очевидно, зависит от взгляда на соотношение в самой «коэволюционирующей паре». И в этом смысле использованная Моисеевым широко распространённая формула «человечество – часть биосферы» едва ли может встретить какие-либо возражения. Вместе с тем, принципиальная асимметрия в отношениях коэволюционирующих систем, в данном случае – человека и биосферы, вызывает сомнения в самой правомерности подобной постановки вопроса, поскольку речь идёт о коэволюции части и целого, а часть и целое – принципиально асимметричны. Но допустим всё же такую возможность. Тогда нам придётся сделать небольшое отступление для уточнения некоторых понятий. Во-первых, понятия биосферы (и её эволюции) и, во-вторых – эволюции человека (общества).

Классическое системное понимание среды оставляет место лишь для одного удовлетворительного определения биосферы: система, включающая в себя биоту (совокупность живых организмов, в том числе и человека) и окружающую её среду (совокупность объектов, испытывающих воздействие биоты и/или воздействующих на неё).

Однако в данном контексте интерес для нас представляют не любые воздействия, а в первую очередь те, которые могут оказаться существенными для судеб цивилизации и выживания человека как вида. Именно в этой системе координат обретают свой смысл такие оценки изменений биосферы как желательные – нежелательные, приемлемые – неприемлемые.

Что же касается эволюции биосферы, то, памятуя о той роли, которую играют живые организмы в формировании океана, атмосферы, почвы и горных пород, главное место в ней, безусловно, должно быть отведено эволюционированию биоты, происходящему посредством видообразования. При этом, в силу системного характера биоты, появление или исчезновение с арены жизни любого из видов неизбежно влечёт за собой волну видовых изменений в экосистемах, в

которых «прописан» тот или иной вид. А скорость этого процесса определяется временем существования вида (в среднем около 3,5 млн лет) и сроками его формирования (по современным представлениям, порядка 10 тысяч лет). Причём есть основания полагать, что эти временные характеристики (средние) оставались неизменными на протяжении, по крайней мере, нескольких сотен миллионов лет [Данилов-Данильян, 1998].

Если обратиться теперь к эволюции человеческого общества, то она подчиняется уже совсем другим закономерностям и развёртывается на фоне генетически неизменных констант вида *Homo sapiens* путём развития социальных структур, общественного сознания, материальной и духовной культуры, а также производственного и научно-технического потенциала. Однако в интересующем нас аспекте наиболее существенным для нас будет растущее в ходе эволюции воздействие человека на биосферу. В последние два-три века оно определяется в основном темпами научно-технического прогресса, т.е. техноэволюцией. А так как последняя реализуется через инновационный процесс, напоминающий некоторыми своими чертами видообразование, целесообразно сопоставить относительную скорость того и другого.

В самом деле, материальное производство, как и биота, имеет системную, причём стихийно сложившуюся организацию. А всякая инновация, т.е. появление нового технологического элемента в сфере производства или управления, вызывает, как правило, волну других инноваций в соответствующей «технологической нише». Но если темпы биоэволюции сохраняются почти неизменными на протяжении десятков миллионов лет, то скорость техноэволюции непрерывно растёт. В конце XX века, например, инновационный цикл в передовых отраслях занимал в среднем всего около 10 лет.

А теперь сопоставим две эти величины – 10 лет, требуемых для создания новых промышленных технологий, и 104 лет, затрачиваемых на формирование новых «природных технологий» (новых видов). Правомерно ли при разнице в три порядка говорить о возможности какой бы то ни было содружественной эволюции природы и человека? И если правомерно, то в каком виде мыслятся тогда коэволюционные изменения в биосфере в ответ на инновации в человеческом хозяйстве? Может быть, в форме возникновения видов, успевающих приспособиться к темпам антропогенного воздействия? Скажем, появления бактерий, способных разлагать полиэтилен или обращать в бокситы и нефелины горы использованных алюминиевых банок. Наверное, людям такая «коэволюция» была бы весьма на руку, но сама абсурдность подобного предположения служит исчерпывающим к нему комментарием.

Конечно, то воздействие, которое человек оказывает на биоту, не остаётся без реакции с её стороны, в том числе и в отношении видообразования. Но в силу огромной разницы в скоростях биоэволюции и техноэволюции эта реакция просто не успевает нарастить необходимый масштаб, техногенные воздействия, на которые следовало бы реагировать, сменяются быстрее, чем отклик на них становится не только адекватным, но хотя бы реально ощутимым (для регистрации такого отклика, если он имеет место, применяются изощрённые аналитические методы, в то время как он должен быть «весомым, грубым, зримым»).

Но, может быть, человек когда-нибудь найдёт способ ускорять видообразование в биоте, умножая тем самым её «коэволюционные способности»? Например, путём создания новых видов «в пробирке» или модификации генетического аппарата видов уже существующих. Даже не обсуждая опаснейших последствий интродукции в природу организмов с искусственной генетической структурой,

скажем только, что реализация подобных планов означала бы конец естественной эволюции биоты и её превращение в систему, чьё развитие направленно регулируется человеком. Но стоит ли в этом случае рассуждать о козволюции биосферы и человека? Ведь это почти то же самое, что говорить о «козволюции» подновляемого время от времени автомобиля и его хозяина, даже если этот первый не всегда слушается руля второго.

* * *

Результаты человеческого воздействия на биосферу не раз за последние десятилетия становились объектом научного анализа. И, как свидетельствуют данные многочисленных наблюдений и исследований, практически вся деятельность человека с момента овладения им огнём и перехода от собирательства и охоты к скотоводству и земледелию означала для биосферы всегда одно – возмущение. А реакция любой системы на возмущение зависит, прежде всего, от его величины, т.е. от превышения или не превышения допустимого порога этого возмущения. В то же время её способность к самовосстановлению, как известно, не беспредельна – она сохраняется лишь до известного критического момента, после чего в ней развиваются процессы уже необратимого характера. Последние либо уничтожают систему, либо в корне изменяют её структуру, так что она, перерождаясь, переходит в другое качество [Данилов-Данильян, 1998].

Разумеется, биосфера, как и любая высокоорганизованная система, также обладает своим порогом устойчивости. Но как определить, где проходит граница допустимых её изменений и какие из параметров могут оказаться в этом плане ключевыми? И как предугадать, какие из её подсистем (биологические виды, сообщества организмов) устоят в случае её запороговой трансформации, а какие эту трансформацию не переживут? А ведь спровоцированная человеком гибель биологического вида – это в той или иной мере дезорганизующее биосферу событие, и кто сможет предсказать, где остановится эта волна дезорганизации и сколько видов и их сообществ будет сметено ею с арены жизни? И не распространится ли она, налагаясь на другие подобные волны, на биосферу в целом? А с другой стороны, всякая реакция на внешнее возмущение требует определённого времени (феномен запаздывания). И кто скажет, не подошли ли мы уже к тому порогу, когда биосферная реакция на предыдущее возмущение, налагаясь на более свежие, делает безнадёжной всякую попытку связать между собой причины и следствия и понять значение того или другого антропогенного воздействия?

Мы не знаем, как отвечать на эти и подобные им вопросы. И только нерассуждающая наивность может тешить себя надеждой, что всё как-нибудь само собой образуется и что поезд, на котором человечеству предстоит добраться до станции «устойчивое развитие», терпеливо ожидает его на «экологическом вокзале». Да и сколько времени способен он простоять в режиме ожидания?

Существует, правда, очень ещё влиятельная партия «технологических оптимистов», полагающих, что техническому прогрессу под силу разрешить любые порождаемые цивилизацией проблемы, включая и экологическую. Но чего в таком случае следует ждать от вооружённого техникой человека? Очевидно, принятия на себя тех или иных функций по поддержанию устойчивости окружающей среды. В самом деле, можно привести примеры, когда людям удавалось искусственным путём залатать прорехи в «мастерской природы», ими же самими и вызванные. Один таких примеров – Международный орнитологический исследовательский центр в Эйлате (International Birding & Research Centre – Eilat, IBRCE), где с недавних пор находят сезонный приют миллионы пернатых – хищных,

воробьиных, водоплавающих, представителей нескольких десятков видов птиц, ежегодно мигрирующих из Евразии в Африку и обратно.

Центр этот расположен на побережье Красного моря, в Израиле, во впадине залива Аккаба, на ключевом участке одного из трёх мировых миграционных коридоров, куда птицы прилетают, обессиленные многодневным перелётом через Сахару и Красное море. Другого места для отдыха и восстановления сил у них нет: восточнее на тысячи километров протянулась Аравийская пустыня, а впереди по курсу – Мёртвое море и пустыня Негев, где никакого пропитания им не найти. Но в 1960-х гг. люди построили здесь нефтепровод с нефтеналивным комплексом, а позднее развернули строительство курорта, лишив, таким образом, птиц единственно возможного пристанища. К счастью, однако, вовремя спохватились, и в 1993 г. на месте засыпанной городской свалки по инициативе известного израильского орнитолога Р. Йозефа, выдержавшего бой с местным гостиничным бизнесом, была создана одна из крупнейших в мире орнитологических станций. Вырыли водоёмы для пресной воды, оградил территорию от посторонних вторжений, а главное – позаботились о пропитании пернатых постояльцев. Таким образом, Центр в Эйлате стал не только местом изучения и кольцевания птиц, но и своего рода птичьим отелем, или, может быть, «дозаправочной станцией». На его содержание уже израсходовано миллионы долларов, и можно смело утверждать, что от деятельности этого маленького самоотверженного коллектива зависит во многом биологическое равновесие огромных регионов Палеоарктики – от Северной Шотландии до степей Причерноморья [Yosef, 1996, 2002].

Но о чём, собственно, говорит данный пример? О том, что человек в ряде случаев может, образно выражаясь, подпереть просевшую по его же неразумию балку своего планетарного дома. В таком доме можно какое-то время существовать, выставляя то тут, то там новые подпорки, пока здание не завалится окончательно. Что же касается идеи создания управляемой окружающей среды, то она, как это было показано в главе 12, выглядит абсолютно утопичной. Сегодня, по крайней мере, в запасе у человечества нет никаких технических средств, никаких научных разработок, которые позволили бы ему осуществить искусственную регуляцию окружающей среды. И уж тем более нет ни одного примера природоохранной деятельности, осуществляемой с применением новейших технологий, когда местное, локальное улучшение окружающей среды не достигалось бы за счёт ухудшения общеэкологического баланса. Ведь используемые при этом технологии неизбежно связаны с энергетическими затратами, ущерб от которых, наносимый глобальной окружающей среде, перевешивает в итоге местные позитивные результаты.⁴³ И если даже допустить гипотетическую возможность каких-то радикальных прорывов в будущем, то всё равно перспектива эта так туманна, а угроза перерастания экологического кризиса в биосферную катастрофу столь осязаема и реальна, что на воплощение подобных амбициозных проектов людям просто не хватит времени.

Таким образом, с какой стороны ни подойти – экологической или техництской – не удаётся найти никаких убедительных оснований для постановки вопроса о содружественном развитии биосферы и общества. И тем более, не приходится говорить о возможности эволюции биосферы «в сторону человека». Что, впрочем, не исключает обратного: эволюционирования человека «в

⁴³ Примеры восстановления разрушенных экосистем, такие как посадка лесов на месте лесоплантий, расчистка родников от завалов и т.п., разумеется, не входят в эту категорию, поскольку базируются на применении природных, биотических, а не технических средств. Скорее они демонстрируют нам возможности «ремонта природы» силами самой природы в тех случаях, когда человек покидает природные объекты, вместо того чтобы наращивать там свою экофобную деятельность.

сторону биосферы» с постепенным ослаблением антропогенного пресса и пересмотром некоторых основ современной цивилизации. Но ведь в этом и состоит суть и смысл устойчивого развития, на путях которого человечество только и имеет шанс предотвратить биосферную катастрофу и войти в гавань более или менее стабильного будущего. И если отрешиться от гипноза псевдозначительности, скрывающегося за фасадом некоторых терминов, то какую альтернативу могли бы предложить сторонники идеи коэволюции этому единственно возможному курсу цивилизации?

* * *

Если коэволюция – понятие, возникшее сравнительно недавно, то другой, более популярный термин ноосфера – сфера разума, «мыслящая оболочка» планеты – был введён в оборот ещё в 1920-е годы, а его происхождение связывается с именами двух французов-«бергсонианцев» – математика и философа Эдуарда Леруа (1870 – 1954) и антрополога и теолога Пьера Тейяра де Шардена (1881 – 1955). Примечателен, однако, вклад, который внёс в рождение этой идеи Владимир Вернадский.

В 1922 г. он получил приглашение из Университета Сорбонны прочитать курс лекций по геохимии, новой тогда науке, разработкой которой он в то время усиленно занимался. Но Вернадский приехал в Париж с запасом свежих идей не только из области геохимии. В его интеллектуальном багаже была сформулированная им концепция биосферы как оболочки Земли, объединяющей в себе её неживое и живое вещество при главенствующей роли последнего в процессах формирования лика планеты. При этом он обратил внимание на то исключительное место, которое занимает в этих процессах человек, выделившийся, по его словам, в самостоятельную геологическую силу.

До встречи с Вернадским ни Леруа, ни Тейяр де Шарден не располагали данными о воздействии человека на биосферу, как не знали и о самой концепции биосферы. Так что его четырёхлетнее пребывание в Париже и лекции, прочитанные им в Коллеж де Франс, где среди его слушателей были Леруа и Тейяр, а также выступление на семинаре Анри Бергсона (с самим высоко чтимым им Нобелевским лауреатом встретиться ему не довелось) обогатило как ту, так и другую сторону. В результате Леруа и Тейяр получили возможность подвести под свою ноосферную концепцию обширный естественнонаучный фундамент, а Вернадский, взяв на вооружение идею своих французских коллег, развил представление о ноосфере как стадии эволюции биосферы, т.е. внёс решающий вклад в становление этого учения. «Человечество, взятое в целом, – писал он в конце 1930-х годов, – становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого...» [Вернадский, 1993, с. 305]. «Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – в ноосферу» [Вернадский, 1988, с. 27].

Как мы уже отмечали, то было время исторического оптимизма, веры в уготованное человечеству светлое будущее. Несмотря на сгушавшиеся над Европой сумерки фашизма, несмотря на страшные жертвы, понесённые в Первой мировой войне и в ходе «коммунистического эксперимента» в Советском Союзе, Вернадский, как и многие его западные коллеги, связывал это будущее с безграничными возможностями человеческого разума и считал, что его предпосылки уже заложены в современной цивилизации. «...Цивилизация “культурного человечества”, – писал он, – поскольку она является формой организации новой геологической силы, создавшейся в биосфере, – не может прерваться и уничтожиться, так как это есть большое природное явление,

отвечающее исторически, вернее, геологически сложившейся организованности биосферы. Образуя ноосферу, она всеми корнями связывается с этой земной оболочкой, чего раньше в истории человечества в сколько-нибудь сравнимой мере не было» [Вернадский, 1988, с. 46].

Вместе с тем, ни Вернадский, ни Леруа и Тейяр де Шарден ещё не сомневались в том, что воздействие человечества на биосферу является в целом благотворным, хотя и считали, что этот стихийный процесс должен быть введён в какое-то рациональное русло. Утверждая, что это воздействие должно стать объектом управления и что стихийность со временем уступит место сознательной целенаправленности, Вернадский не усматривал, однако, никакой опасности в самом размахе этого воздействия и не видел с этой стороны какой-либо угрозы. Причём главные свои надежды он возлагал на науку, открывающую перед людьми невиданные ранее возможности. «Такой совокупности общечеловеческих действий и идей, – писал он, – никогда раньше не бывало, и ясно, что остановлено это движение быть не может. В частности, перед учёными стоят для ближайшего будущего небывалые для них задачи сознательного направления организованности ноосферы, отойти от которой они не могут, так как к этому направляет их стихийный ход роста научного знания» [там же, с. 50].

Таким образом, под ноосферой Вернадский понимал такой этап развития природы и общества, когда вооружённый научными знаниями человек, как единственный биологический вид, получивший превосходство над всеми остальными, принимает на себя всю ответственность за биосферу Земли, перестраивая и преобразуя её в соответствии с открывшимися ему законами природы. То есть стихийность развития, по Вернадскому, уступает место сознательно планируемыми изменениям окружающей среды, а на место хаотического скопления разрозненных, конфликтующих между собой наций и народов на историческую арену выходит единое, разумно организованное человечество во всеоружии своих знаний, технологий и накопленного исторического опыта.

Конечно, десятилетия, прошедшие после ухода из жизни создателя учения о биосфере, сильно изменили лицо окружающего нас мира, но, тем не менее, кое-какие едва намечившиеся тогда тенденции Вернадским были угаданы верно. Это, например, свершившийся на наших глазах процесс глобализации, связавший благодаря телевидению, интернету, мобильной и спутниковой связи все уголки Земли в единое информационное пространство, а также предсказанная Вернадским возможность «мгновенной передачи мысли, её одновременного обсуждения на всей планете» [Вернадский, 2001]. Нельзя не отдать должное и его гениальной прозорливости, с которой он в эпоху всеобщего политического раздрая и конфронтации 1930-х годов сумел прийти к выводу о невозможности дальнейшего стихийного развития человечества и о лежащей на нём ответственности за судьбу биосферы.

И всё же минувшие полвека сместили некоторые акценты, и многое с высоты сегодняшнего дня видится по-другому. Нам трудно уже разделить оптимизм Вернадского в отношении безграничных возможностей научно-технического прогресса, оказавшегося на поверку не только бессильным в разрешении ряда проблем непомерно разросшегося человечества, но и ставшего причиной возникновения многих из них. Вместе с тем, огромный прорыв в науках о жизни и о Земле, происшедший в последние десятилетия, невероятно расширил наши сведения о биосфере, благодаря чему мы знаем сегодня о ней гораздо больше, чем это было доступно Вернадскому и его современникам. В частности, мы гораздо лучше представляем себе всю сложность механизма, который обеспечивается

стабильность планетарной окружающей среды, рядом с которым могущество вооружённого новейшими технологиями человека представляется куда более скромным, чем оно виделось во времена Вернадского.

И в этой связи вызывает большие сомнения его тезис о переходе биосферы в качественно новое состояние – ноосферу. Ведь переход биосферы в любое другое состояние возможен лишь в случае запредельного её возмущения, вследствие которого утрачивается её способность к самовосстановлению. Такой силы возмущения имели место, например, в эпоху великих оледенений, когда возврат к новому уровню стабильности достигался на путях радикальной перестройки внутренней структуры биоты, растягивавшейся порою на миллионы лет. Технологические возможности современного человечества также могут привести к запороговому возмущению биосферы и необратимой потере её стабильности, но это будет уже равносильно экологической катастрофе. Впрочем, даже и в этом случае биота теоретически способна вернуть биосферу к новому уровню устойчивости, для чего опять же потребуются миллионы лет. Но едва ли подобная перспектива представляет какой-либо интерес для человечества. Ведь в этой радикально перестроившейся биосфере уже не будет места ни для него, ни для большинства других современных видов. И, конечно, не этот вариант развития событий имели в виду авторы ноосферной концепции, говоря о переходе биосферы под воздействием человеческой цивилизации в принципиально новое для неё состояние.

Но, быть может, понятие ноосферы приложимо к тому будущему, невозмущённому состоянию биосферы, на которое ориентируется идея устойчивого развития? Тогда попробуем поставить вопрос по-другому: а может ли вообще биосфера перейти в какое-то иное качество, отличное от того, к которому она пришла за миллиарды лет существования в процессе бесконечно долгого эволюционного поиска? И что способен привнести в неё человек, кроме как уменьшить возмущающее антропогенное воздействие, которое оборачивается для биосферы только большими или меньшими бедствиями? Думаем, что всей своей книгой мы уже попытались дать ответ на этот вопрос. И, следовательно, размышляя о какой-то другой биосфере, сформированной на базе ультрасовременных или даже ещё не рождённых технологий, мы, по существу, ведем речь о том, чего «не может быть, потому что не может быть никогда». И уж тем более, понятие ноосферы неприменимо к нынешнему, возмущённому состоянию окружающей среды, чреватому её необратимой деградацией. Иными словами, оно вообще неприменимо ни к одному из возможных состояний биосферы.

Вместе с тем, идея ноосферы несколько не противоречит тому образу будущего мироустройства с его общечеловеческими гуманитарными ценностями, представлению о новом уровне развития социума, «когда народы, распри позабыв, в великую семью соединятся», – чтобы перейти от стихийного развития цивилизации к прогнозируемому и осознанному выбору дальнейшего своего пути. Вероятно, подобная трактовка ноосферы как особого состояния человеческого общества, развиваемая в наши дни некоторыми экологами и философами [Данилов-Данильян, 1998; Урсул, 1998], несколько ближе к подходу Тейяра де Шардена, чем к взглядам Вернадского и Леруа. Хотя связывать достижение такого «ноосферного состояния» следовало бы не с мистической «точкой Омега» (Тейяр де Шарден), лежащей за пределами научного понимания проблемы, а с такой формой природной и социальной гармонии, при которой человеческая мысль постоянно соотносится с ограничениями, налагаемыми на общество окружающей средой, и выбирает варианты развития, безопасные для будущего.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ: «КОСТЬ ЕЩЁ НЕ БРОШЕНА»

Вероятно, у читателя, дочитавшего эту книгу до конца, невольно возникает вопрос: а что же дальше? Неопределённость будущего гнетёт и наводит на грустные размышления, как, впрочем, всегда и бывает на переломе эпох, как, например, в 1917 г. в России или в конце XVIII века во Франции. Когда общество лихорадит, когда подвергаются проверке на прочность привычные представления и устои, никто не может сказать, какая карта выпадет из исторической колоды. И тогда многое начинает зависеть от стечения обстоятельств. Не окажись, например, Наполеон в разгар кризиса власти в октябре 1899 г. в Париже, а Ленин и Троцкий после Февральской революции в Петрограде, история Франции и России могла бы пойти совсем другим путём. В то же время, в викторианской Англии или николаевской России ход жизни был расписан вперёд на десятилетия, и от отдельных людей практически мало что зависело.

Сегодня мы тоже живём на сломе эпох, в условиях высокой неравновесности – неравновесности природной, неравновесности социальной. Только речь идёт уже не об отдельной стране или группе стран, а обо всей ойкумене в целом, и эта нестабильность может самым непредсказуемым образом сказаться на судьбах человечества.

О том, что природа и общество не поспевают за темпами перемен, которые несёт с собой научно-технический прогресс, писали многие, об этом говорится и на страницах настоящей книги. Но в последнее время мировая наука обогатилась новыми представлениями о нестабильности сложных систем, включая социальные и природные, которыми мы обязаны, прежде всего, исследованиям в области термодинамики и неравновесной физики. Представления эти ставят под сомнение парадигму предопределённости исторического развития (как это трактуется, например, у Л.Н. Толстого), особенно в кризисные периоды, когда становится осязаемой его зависимость от отдельных, подчас случайных событий, или флуктуаций, на языке точных наук.

«События – это пыль», заметил французский историк Фернан Бродель. Возражая ему, лауреат Нобелевской премии Илья Пригожин, внёсший особо важный вклад в развитие термодинамики и теории диссипативных структур (синергетики), писал: «Что такое событие? Сразу же приходит в голову аналогия с «бифуркациями», которые изучаются, прежде всего, в неравновесной физике. Эти бифуркации (т.е. разветвления. – Авт.) появляются в особых точках, где траектория, по которой движется система, разделяется на «ветви». Все ветви равно возможны, но только одна из них будет осуществлена. Обычно наблюдается не единственная бифуркация, а целая последовательность бифуркаций». «Науки, изучающие сложность мира, – говорится далее, – ведут поэтому к появлению метафоры, которая может быть применена к обществу: событие представляет собой возникновение новой социальной структуры после прохождения бифуркации; флуктуации являются следствием индивидуальных действий» [Пригожин, 2002].

Как тут не вспомнить некоторые особенно громкие «флуктуации» из новейшей истории. Распад СССР, спровоцированный августовским путчем 1991 г. и, подобно эффекту домино, вызвавшим целый каскад «бифуркаций» в обретших независимость республиках с кровавыми межэтническими конфликтами и потоками беженцев. Или недавний референдум в Великобритании, высказавшийся за её выход из Евросоюза («брексит»). Последний был фактически инициирован узкой группой лиц из команды премьер-министра Д. Кэмерона, совершившего, по-видимому, роковую ошибку и явно не ожидавшего подобного результата. Не

говоря уже о том, что референдум расколол нацию надвое, он способен повлечь за собой цепь весьма серьёзных политических, социальных и экономических осложнений, как за пределами Великобритании (вплоть до коллапса Евросоюза), так и в ней самой (например, провозглашение независимости Шотландии).

Что же послужило причиной скандального исхода референдума? Ведь Великобритания – страна с одним из самых высоких уровней образованности населения, известного своей приверженностью консервативным традициям и не склонного к популизму и спонтанным решениям. По всей видимости, здесь сказались неприятие некоторых аспектов глобализации, от которой менее всего выиграли такие слои населения, как пенсионеры и работники индустриально-аграрного сектора (рабочие и колхозники, как пошутил по этому поводу один российский журналист). Не случайно именно в этих рядах идея выхода из Евросоюза встретила самую большую поддержку. А, между тем, «задача в том, – как писал Пригожин, – чтобы найти узкий путь между глобализацией и сохранением культурного плюрализма, между насилием и политическими методами решения проблем, между культурой войны и культурой разума» [там же]. Иначе говоря, чтобы как можно меньше социальных групп, стран и народов чувствовали себя ущемлёнными в результате глобализации. А ведь таких пока более чем достаточно, и это один из важнейших факторов нестабильности в современном мире.

Ещё одна причина мировой нестабильности, по мнению Пригожина, кроется в бурном прогрессе информационных технологий. Конечно, базирующееся на них информационное общество («общество с сетевой структурой») имеет неоспоримые преимущества, особенно в части экономического устройства и медицины. «Но есть информация и дезинформация; как провести различие между ними? Разумеется, это требует гораздо больше знаний и развитого критического чувства. Истинное надо отличать от ложного, возможное – от невозможного» [там же].

Критическое чувство... Это, пожалуй, одно из ключевых слов, которое позволяет многое понять и оценить в современном мире. Обратимся ещё раз к злополучному британскому референдуму. Казалось бы, в условиях развитой демократии и независимых СМИ население имело полную возможность беспристрастно судить обо всём, что преподносится ему с экранов телевизора, со страниц газет, в агитационных листовках и на митингах. Примечательно, однако, что за выход из Евросоюза высказались в основном люди с более низким образовательным цензом, в то время как молодёжь, активно пользующаяся интернетом, сумела адекватно оценить все плюсы и минусы предложенной альтернативы и проголосовала против брексита. Что же говорить о странах с авторитарными режимами, где люди в большинстве своём читают, по выражению В. Шендеровича, одну и ту же книгу (если вообще умеют читать) и смотрят одни и те же государственные телеканалы.

К сожалению, в цитируемой статье, символическое название которой «Кость ещё не брошена», Пригожин не касается кризисного состояния окружающей среды. Но, очевидно, и здесь многое зависит от глубины осознания проблемы широкими слоями населения. Во всяком случае, информация о реальном положении вещей должна быть доведена через систему образования до каждой семьи и каждого отдельного человека. И это, наверное, главное, что мы можем противопоставить угрозе сползания к глобальной экологической катастрофе. И хотя, как следует из теории поведения сложных систем, в переломные моменты развития принципиально нельзя предсказать, в каком направлении развернётся дальнейший ход событий, зависящий от серии случайных флуктуаций, но возросшая при этом роль человеческого фактора – индивидуальных и групповых решений, действий и

инициатив – заставляет по-новому взглянуть на то место, которое занимают в этом процессе обычные люди. Иначе говоря, на меру ответственности, что лежит на каждом из нас и которой надлежит потеснить «психологию винтиков».

А квинтэссенцию своей статьи Пригожин уложил в следующих немногих словах: «Моё послание будущим поколениям состоит, стало быть, в том, что кость ещё не брошена, что ветвь, по которой пойдет развитие после бифуркации, ещё не выбрана. <...> Но каким будет результат этой бифуркации? На какой её ветви нам предстоит обнаружить самих себя?» [там же]. Это написано в 2000 г., и нам, к сожалению, неизвестно, повторил ли бы всё это автор сегодня.

ЛИТЕРАТУРА

- Акимова Т.А., Хаскин В.В.* Основы экоразвития. – М.: Российская экономическая академия, 1994. – 312 с.
- Арский Ю.М., Данилов-Данильян В.И., Залиханов М.Ч., Кондратьев К.Я., Котляков В.М., Лосев К.С.* Экологические проблемы: что происходит, кто виноват и что делать? – М.: МНЭПУ, 1997. – 330 с.
- Атлас малонарушенных лесных территорий России / Авторы: Аксенов Д.Е., Добрынин Д.В., Дубинин М.Ю. и др. – М.: Издательство МСоЭС; Вашингтон: World Resources Inst., 2003.– 187 с. // <http://old.forest.ru/rus/publications/intact/introduction.htm#5>
- Бедрицкий А.И.* Ключевые вопросы переговоров по Киотскому протоколу // Экологические аспекты энергетической стратегии как фактор устойчивого развития. – М.: Ноосфера, 2000.
- Бек У.* Что такое глобализация? // Пер. с нем. – М.: Прогресс-Традиция, 2001 - 304 с.
- Бланко Х.А.* Третье тысячелетие // Латинская Америка, 1995. №9. – С. 4–14.
- Брюсов В.* Земная ось. Изд. 2, доп. – М.: Скорпион, 1910. – 175 с.
- Брюсов В.Я.* Собр. соч.: В 7 т. Т. 1. – М.: Художественная литература, 1973. – 672 с.
- Будыко М.И., Ронов А.Б., Янишин А.Л.* История атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 207 с.
- Бунин И.А.* Собр. соч.: В 6 т. Т.4. – М.: Художественная литература, 1987. – 702 с.
- Вайцзеккер Э. фон, Ловинс Э.Б., Ловинс Л.Х.* Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. Новый доклад Римскому клубу. – М.: Academia, 2000. – 400 с.
- Валянский С.И., Калюжный Д.В.* Третий путь цивилизации, или Спасет ли Россия мир? – М.: Алгоритм, 2002 – 496 с.
- Веблен Т.* Теория праздного класса. 4 изд. / Пер. с англ. – М.: Либроком, 2011. – 368 с.
- Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы и её окружения. – М.: Наука, 1987. – 344 с.
- Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. – М.: Наука, 1988. – 519 с.
- Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере // Русский космизм: Антология философской мысли. М.: Педагогика-Пресс, 1993 – 305 с.
- Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление. – М.: Наука, 1997.- 271 с. // <http://vernadsky.lib.ru/e-texts/archive/thought.html>
- Вишневский А.* Россия на мировом демографическом переходе // Научный семинар «Экономическая политика в условиях переходного периода». 27.02.2008. http://www.hse.ru/data/370/900/1235/seminar_27.02.2008.pdf
- Вклад российских лесов в мировой баланс углерода и задачи лесной отрасли после ратификации Киотского протокола // Устойчивое лесопользование. 2004. №4(6). – С. 16–20.
- Вомперский С.Э.* Биосферное значение болот в углеродном цикле // Природа. 1994. №7. – С. 44-55.
- Гвишиани Д.М.* Пределы Роста – первый доклад Римскому клубу // Электронный журнал Биосфера. 2002. №2 // http://www.ihst.ru/~biosphere/Mag_2/gvishiani.htm#_ednref3
- Глобальная оценка лесных ресурсов 2010. <http://www.fao.org/docrep/014/i1757r/i1757r02.pdf>
- Глуценко Г.И.* Денежные переводы международных трудовых мигрантов: характеристики и детерминанты // Вопросы статистики. 2005. №3. – С. 38–50.
- Говинджи Д.Х. (ред.), Уитмарш Дж., Меландри Б.А., Юнге В.* и др. Фотосинтез. Т. 2. М.: Мир, 1987. – 460 с.

- Говорушко С.М.* Ледники и их значение в человеческой деятельности // Вестник ДВО РАН. 2006. № 6. – С. 60–70.
- Горшков В.Г.* Структура биосферных потоков энергии // Ботанический журнал. 1980. 65. №11. – С. 1579–1590.
- Горшков В.Г.* Распределение потоков энергии по организмам разных размеров // Журнал общей биологии. 1981. Т. 42. – С. 417–429.
- Горшков В.Г.* Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды // Итоги науки и техники. Серия: Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. М.: ВИНТИ, 1990.
- Горшков В.Г.* Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М.: ВИНТИ 1995. – XXIII+472 с.
- Горшков В.В., Горшков В.Г., Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Макарьева А.М.* Биотическая регуляция окружающей среды // Экология, 1999, № 2. – С. 105–113 // http://www.bioticregulation.ru/life/adaptation_r.php
- Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С.* Глобальная экодинамика и устойчивое развитие: естественнонаучные аспекты и «человеческое измерение» // Экология. 1998. №3. – С. 163–170.
- Горшков В.Г., Макарьева А.М.* Биотический насос атмосферной влаги, его связь с глобальной циркуляцией и значение для круговорота воды на суше. Препринт №2655. – Гатчина: Петербургский институт ядерной физики, 2006. – 49 с. // http://www.biotic-regulation.pl.ru/offprint/vod_pr1.pdf
- Грин Н., Стаут У, Тейлор Д.* Биология: В 3 т. Т. 1 / Ред. Р. Сопер. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
- Грин Н., Стаут У, Тейлор Д.* Биология: В 3 т. Т. 2 / Ред. Р. Сопер. – М.: Мир, 1993. – 325 с.
- Группа Всемирного банка 2011 // <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/EXTRUSSIANHOME/NEWSRUSSIAN/0,contentMDK:20578469~pagePK:64257043~piPK:437376~theSitePK:1081472,00.html>
- Гумилев Л.Н.* Конец и вновь начало. – М.: Айрис-пресс, 2014. – 384 с. http://royallib.com/get/r/f/gumilyov_lev/konets_i_vnov_nachalo_populyarnie_lektsii_po_narodovedeniyu.zip
- Гун Г.Е.* Компьютер: как сохранить здоровье. – СПб.: Нева; М.: ОЛМА-ПРЕСС Экслибрис, 2003. – 128 с. Данилов-Данильян В.И. Возможна ли «коэволюция» природы и общества? // Вопросы философии. 1998. №8. – С. 15–25.
- Данилов-Данильян В.И.* Устойчивое развитие и проблемы экологической политики. – М.: Экосинформ, 1999 (№5). – 121 с.
- Данилов-Данильян В.И.* Наука, образование и воспитание перед лицом экологического вызова // Общество и книга: от Гутенберга до Интернета. – М.: Традиция, 2000. – С. 20–28.
- Данилов-Данильян В.И.* Сюрпризы прибавочной стоимости // Данилов-Данильян В.И. Бегство к рынку: десять лет спустя. М.: МНЭПУ, 2001. – 232 с.
- Данилов-Данильян В.И.* Экология России: в ожидании взрыва? // Данилов-Данильян В.И. Бегство к рынку: десять лет спустя. М.: МНЭПУ, 2001. – 232 с.
- Данилов-Данильян В.И.* Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ) // Экономика и математические методы. 2003. Т. 39. Вып. 2. – С. 123–135.
- Данилов-Данильян В.И.* Экологическое значение энергосбережения // Энергетика России: проблемы и перспективы. Труды Научной сессии РАН. – М.: Наука. 2006. – С. 196–207.
- Данилов-Данильян В.И.* Глобальный кризис как следствие структурных сдвигов в экономике // Вопросы экономики. 2009. №7. – С. 31–41.
- Данилов-Данильян В.И.* В защиту Человека // Экология и жизнь. 2010. №9 (106).
- Данилов-Данильян В.И.* Структура стоимости и структура экономики в век глобализации // Век глобализации. 2015. №1. – С. 3–20.

- Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Потребление воды: экологический, экономический, социальный и политический аспекты. – М.: Наука, 2006. – 221 с.
- Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С.* Экологический вызов и устойчивое развитие. – М.: Прогресс-традиция, 2000. – 416 с.
- Данн П. Дж.* Вопросы регулирования военных расходов в развивающихся странах // Проблемы теории и практики управления. 1999. №3.
- Декларации ООН, Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml
- Декларации ООН. Декларация Конференции Организации Объединенных Наций по проблемам окружающей человека среды. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/declarathenv.shtml
- Декларации ООН. Йоханнесбургская декларация по устойчивому развитию. http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/decl_wssd.shtml
- Декларация тысячелетия, 2000 http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/summitdecl.shtml
- Демоскоп Weekly №77–78 26 августа – 8 сентября 2002 [//http://demoscope.ru/weekly/2002/077/tema06.php](http://demoscope.ru/weekly/2002/077/tema06.php)
- Демоскоп Weekly №579–580 16–31 декабря 2013 // <http://demoscope.ru/weekly/2013/0579/barom03.php>
- Джинс Дж.* Вселенная вокруг нас. – М.; Л.: Гостехиздат, 1932. – С. 327–328.
- Доклад о развитии человека 2010. М.: Весь мир, 2010 // http://www.un.org/ru/development/hdr/2010/hdr_2010_ch2.pdf
- Доклад о развитии человека 2014 // <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14-summary-ru.pdf>
- Доклад о человеческом развитии 2013 // http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2013_ru.pdf
- Дольник В.Р.* Право на землю (статья 2) // Знание – сила. 1995. №5–6. // http://www.hse.ru/data/2009/10/29/1228458221/Dolnik_Statji.doc
- Дольник В.Р.* Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей? // Природа. 1992. №6. С. 3–16. Ерохин В.И. Русская Атлантида. Путеводитель по затопленным городам Верхней Волги. – Рыбинск: Формат-принт. 2003. – 48 с.
- Еськов К.Ю.* История Земли и жизни на ней. – М.: МИРОС/МАИК, 2000. 352 с. // <http://www.paleo.ru/paleonet/publications/eskov/08.html>
- Живая планета 2012. Доклад WWF. http://www.wwf.ru/data/publ/590/lpr_2012_rus_web.pdf
- Заварзин Г.А.* Лекции по природоведческой микробиологии. – М.: Наука, 2004. – 348 с.
- Заварзин Г.А.* Недарвиновская область эволюции // Вестник РАН. 2000. Т. 70. №5. – С. 403–411.
- Заварзин Г.А.* Становление биосферы // Природа, 2001. №11. – С. 988–1001.
- Заварзин Г.А.* Антирынок в природе (Размышления натуралиста) // Высшее образование в России № 4, 2007. С.123-130.
- Залиханов М.Ч., Лосев К.С., Шелехов А.М.* Естественные экосистемы – важнейший природный ресурс человечества // Вестник РАН. 2006. Т. 76. № 7. – С. 612–614.
- Захаров А.Н.* Тенденции развития реального капитала мира в мировой экономике // Российский внешнеэкономический вестник. 2014. №4. Иващенко О.В. Потепление климата – каким оно будет? // Poteplenie.Ru, 2003. <http://www.poteplenie.ru/problem/oi-1-2.htm>
- Ильф И., Петров И.* Двенадцать стульев. Золотой теленок. – М.: ГИХЛ, 1956. – 656 с.
- Имбри Л., Имбри К.Т.* Тайны ледниковых эпох. – М.: Прогресс, 1988. – 264 с.

- Исаев А.С., Хлебопрос Р.Г., Недорезов Л.В., Кондаков Ю.П., Киселёв В.В., Суховольский В.Г.* Популяционная динамика лесных насекомых. – М.: Наука, 2001. – 374 с.
- История биологии. С начала XX века до наших дней / Под ред. Л.Я. Бляхера. – М.: Наука, 1975. – 660 с.
- Казанский А.Б.* Феномен Геи Джеймса Лавлока // Экогеософский альманах. Вып. 2. – СПб., 2000. – С. 4–21 // <http://www.evol.nw.ru/labs/lab38/kazansky/fenomen.htm>
- Камю А.* Сочинения: В 5 т. Т. 3. – Харьков: Фолио, 1998. – 575 с.
- Капица С. П.* Модель роста населения Земли // Успехи физических наук. 1995. 26. №3. – С. 111–128.
- Капица С.П.* Очерк теории роста человечества. Демографическая революция и информационное общество. 2008 // <http://spkurdyumov.narod.ru/kapitsa555.htm>
- Карпинская Р.С., Лисеев И.К., Огуцов А.П.* Философия природы: коэволюционная стратегия. – М.: Интерпракс. 1995. – 352 с.
- Кондратьев К.Я.* Глобальные изменения и демографическая динамика // Известия РГО. 1996. С. 1–11.
- Кондратьев К.Я., Данилов-Данильян В.И., Донченко В.К., Лосев К.С.* Экология и политика. – СПб.: Санкт-Петербургский НИЦ экологической безопасности РАН, 1993. – 286 с.
- Кондратьев К.Я., Донченко В.К.* Экодинамика и геополитика. Т. 1.: Глобальные проблемы. (Кондратьев К.Я.). – СПб.: 1999. – 1040 с.
- Кондратьев К.Я., Крапивин В.Ф., Потапов И.И.* Статистика природных катастроф // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов: Обзорная информация. – М., 2005. №5. – С. 57–76.
- Короновский Н.В.* Общая геология. – М.: МГУ, 2003. – 448 с. // <http://dynamo.geol.msu.ru/TextBooks/ObGeol/chapter14.pdf>
- Короновский Н.В., Якушова А.Ф.* Основы геологии. – М.: Высшая школа, 1991. – 416 с. // <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1163814&uri=part22-07-1.htm>
- Красилов В.А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – М.: Институт охраны природы и заповедного дела, 1992. – 174 с.
- Куклик К., Лусчак Х., Ройтер К.* Дорога в рай, вымощенная телами неверных // Гео. 2002. №9. – С. 138–143. Лапо А.В. Следы былых биосфер. – М.: Знание, 1987. – 208 с.
- Леви В.Л.* Как воспитывать родителей, или Новый нестандартный ребенок. – М.: Торбоан, 2002. – 416 с.
- Лесная энциклопедия: В 2 т. Т. 2 / Гл. ред. Г.И. Воробьёв. – М.: Советская энциклопедия, 1986. – 631 с. // <http://forest.geoman.ru/forest/item/f00/s02/e0002857/index.shtml>
- Лима-де-Фариа А.* Эволюция без отбора. Автоэволюция формы и функции. – М.: Мир, 1991. – 455 с.
- Лосев К.С.* Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития в России в XXI веке. – М.: Космосинформ. 2001. 400 с.
- Лосев К.С., Гориков В.Г., Кондратьев К.Я., Котляков В.М., Залиханов М.Ч., Данилов-Данильян В.И., Голубев Г.Н., Гаврилов И.Т., Ревякин В.С., Гракович В.Ф.* Проблемы экологии России / Отв. ред.: В.И. Данилов-Данильян, В.М. Котляков. – М.: ВИНТИ. 1993. – 350 с.
- Майр Э.* Популяции, виды, эволюция. – М.: Мир. 1974. – 465 с.
- Макарьева А.М., Гориков В.Г.* Информация в живой и неживой природе // Экология и образование. 2001. №1–2. – С. 12–18.
- Макарьева А.М., Гориков В.Г.* Парниковый эффект и проблема устойчивости среднеглобальной температуры земной поверхности // Доклады РАН, 2001. Т. 376. №6. – С. 810–814.

- Макарьева А.М., Гориков В.Г., Вильдерер П.А.* О научном анализе эволюции, прогресса и будущего человечества // Энергия: Экономика, Техника, Экология. 2014, № 9. – С. 65–70.
- Максаковский В.П.* Географическая картина мира. В 2 кн. – М.: ДРОФА. 2008.
Кн. I. – 495 с. // <http://www.rusfolder.com/37615666>
Кн. II. – 479 с. // <http://www.rusfolder.com/37615667>
- Марков А.В.* Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы. – М.: Астрель: CORPUS, 2015. – 528 с.
- Маркузе Г.* Одномерный человек. Исследование идеологии развитого индустриального общества. – М.: АСТ; Ермак, 2003. – 332 с.
- Марфенин Н.Н.* Устойчивое развитие человечества. – М.: МГУ, 2006. – 624 с.
- Медоуз Д.Х., Рандерс Й., Медоуз Д.Л.* Пределы роста. 30 лет спустя. – М.: Академкнига, 2007. – 342 с. // <http://coollib.net/b/213312/read#t66>
- Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й.* За пределами роста. – М.: Прогресс; Пангея. 1994. – 304 с.
- Мелекесцев И.В.* Вулканизм как возможная причина оледенений // Вулканы и извержения. М.: Наука, 1969. – С. 140–149
- Моисеев Н.Н.* Как далеко до завтрашнего дня. – М.: Аспект Пресс, 1994. – 304 с. <http://bookz.ru/authors/moiseev-nn/moiseev/page-22-moiseev.html>
- Моисеев Н.Н.* Коэволюция природы и общества. Пути ноосферогенеза // Экология и жизнь. 1997. №2–3. // <http://www.ecolife.ru/journal/echo/1997-2-1.shtml>
- Моисеев Н.Н.* Судьба цивилизации. Путь Разума. – М.: МНЭПУ, 1998. – С. 50–51.
- Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М.* Человек и биосфера: Опыт системного анализа и экспериментов с моделями. – М.: Наука. 1985. – 271 с.
- Монин А.С., Шишков Ю.А.* История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 408 с.
- Морозов В.И.* Эмиссия и стоки парниковых газов: роль и место России в минимизации глобального влияния антропогенных выбросов CO₂ // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2003. № 4–5. Набоков В.В. Лолита. – М.: ЭКСМО-Пресс, 1999. – 800 с.
- Наймарк Е.* Мировые массивы лесов постепенно исчезают. 2013 // Веб-сайт «Элементы» <http://elementy.ru/news/432137>
- Народонаселение России у опасной черты? // Знамя. 2002. №5. – С. 180–199.
- Население мира в 2001 году. Этапы и вехи: население и экологические изменения. – UNFPA, 2001.
- Наше общее будущее. – М.: Прогресс, 1989. – 374 с.
- Нефёдов А.В.* Были у русских реки? К вопросу о строительстве Эвенкийской (Туруханской) ГЭС на реке Нижняя Тунгуска // Туруханская широта. №35. 25 августа 2008. // http://www.bioticregulation.ru/life/life10_r.php
- Одум Ю.* Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 742 с.
- Одум Ю.* Экология: В 2 т. – М.: Мир, 1986. – 328, 376 с.
- Окружающая среда. Энциклопедический словарь-справочник. – М.: Прогресс, 1993. – 640 с.
- Олссон Р. Бореальные леса и изменение климата // Устойчивое лесопользование, 2011. №3. – С. 27–38.
- ООН. Йоханнесбургская встреча на высшем уровне, 2002 // <http://www.un.org/ru/events/pastevents/wssd.shtml>
- ООН. Йоханнесбургский план выполнения решений // http://www.un.org/ru/events/pastevents/pdf/plan_wssd.pdf

- ООН: Индекс человеческого развития в странах мира в 2011 году // Центр гуманитарных технологий. 2011 // <http://gtmarket.ru/news/state/2011/11/03/3705>
- ООН: Индекс человеческого развития в странах мира в 2014 году // Центр гуманитарных технологий. 2014 // <http://gtmarket.ru/news/2014/07/24/6843>
- Панарин А.С.* Искушение глобализмом. – М.: Русский национальный фонд, 2000. – 384 с. // http://www.e-reading.link/bookreader.php/139954/Panarin_-_Iskushenie_globalizmom.html
- Пигу А.* Экономическая теория благосостояния. В 2 т. Т. 1 - М.: Прогресс, 1985, 512 с..
- Пестель Э.* За пределами роста. – М.: Прогресс, 1988. – 270 с. // http://posoh.ru/tend/intern_org/doc/pred-rost.doc
- Печчеи А.* Человеческие качества М.: Прогресс, 1980. – 302 с.
- Пономаренко А.Г., Дмитриев В.Ю.* Эволюция разнообразия и устойчивость экосистем // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. – М.: Наука, 1993. – С. 54–59.
- Пригожин И.* Кость ещё не брошена // Синергетическая парадигма. Нелинейное мышление в науке и искусстве. – М., 2002. – С. 15–21 (Prigogine I. The Die Is Not Cast // Futures. Bulletin of the World Futures Studies Federation. Vol. 25, No. 4. January 2000. – P. 17–19).
- Работнов Н.С.* Сороковка // Знамя. 2000. №7. – С. 155–174.
- РБК. Рейтинг, 2015 // <http://rating.rbc.ru/article.shtml?2013/09/16/34025471>
- Резанов И.А.* Великие катастрофы в истории Земли. – М.: Наука, 1984. – 176 с.
- Реймерс. Н.Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
- Римашевская Н.М.* Богатые и «социальное дно» // Справедливые и несправедливые социальные неравенства в современной России. – М.: Референдум, 2003. С. 129–145.
- Родин С.Н.* Идея коэволюции. – Новосибирск: Наука, 1991. – 272 с.
- Родоман Б.Б. Великое приземление (парадоксы российской субурбанизации) // Отечественные записки. 2002. №6 (7). – С. 404–416.
- Родоман Б.Б.* Россия – административно-территориальный монстр. 04 ноября 2004 // ПОЛИТ.РУ <http://polit.ru/article/2004/11/04/rodoman/>
- Родоман Б.Б.* Экологическая специализация России // ИНТЕЛПРОС – Интеллектуальная Россия», 2012. <http://www.intelros.ru/subject/figures/boris-rodoman/12628-ekologicheskaya-specializaciya-rossii.html>
- Сабов Д.* Новый француз // Огонёк, 21.01.2007 <http://www.ogoniok.com/4979/20/>
- Санего Г.П.* Иммигранты в Западной Европе // Мировая экономика и международные отношения. 2006. № 9. – С. 50–58.
- Сахаров А.Д.* Мир, прогресс, права человека. Статьи и выступления. – Л.: Советский писатель, 1990. – 123 с.
- Северцов А.С.* Динамика численности человечества с позиции популяционной экологии животных // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1992. №6(27). – С. 3–17.
- Синк Д.С.* Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение / Пер. с англ. Общ. ред. и вступ. статья В.И. Данилова-Данильяна. – М.: Прогресс, 1989. – 528 с.
- Солженицын А.И.* Как нам обустроить Россию? Посильные соображения. – Л.: Советский писатель, 1990. – 64 с.
- Сорохтин О.Г., Ушаков С.А.* Глобальная эволюция Земли. – М.: МГУ, 1991. – 446 с.
- Состояние лесов мира 2012. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. Рим, 2012. // <http://www.fao.org/docrep/016/i3010r/i3010r02.pdf>
- Таран П.* Глобализация и трудовая миграция // Век глобализации. 2010. №1.

- Тимофеев-Ресовский Н.В.* Биосфера и человечество // Тюрюканов А.Н., Федоров В.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский: Биосферные раздумья. – М.: РАЕН. 1996. – 368 с.
- Титлянова А.А.* Эмиссия диоксида углерода и метана в атмосферу // Обзорение прикладной и промышленной математики. 1994. №6. – С. 974–978.
- Гойнби А.Дж.* Постигание истории. – М.: Прогресс, 1991. – 736 с.
- Урсул А.Д.* Переход России к устойчивому развитию: ноосферная стратегия. – М.: Ноосфера. 1998.
- Фомин С.А.* Основные государственные органы исполнительной власти в области экологического управления в России в 2005 г. // Россия в окружающем мире: 2005. М.: Модус-К;_Этерна, 2005.
- Холцманн Р., Мюнз Р.* Проблемы и перспективы развития международной миграции в ЕС, входящих в него государствах, в соседних странах и регионах: вопросы политики // 2-й Стокгольмский семинар по режимам глобальной мобильности населения. 11–12 июня 2004 г. Стокгольм: Intellecta Stralins 2004 // http://siteresources.worldbank.org/INTLM/Publications/20338625/Holzmann_Munz_Rus.pdf
- Худолей В.В., Мизгурёв И.В.* Экологически опасные факторы. – СПб.: АОЗТ ПФ, 1996. – 188 с.
- Цели развития тысячелетия. Доклад за 2013 год // <http://www.un.org/ru/millenniumgoals/pdf/Russian2013.pdf>
- Центр новостей ООН // <http://www.un.org/russian/news/story.asp?NewsID=20179#.VKIXtNKG9MR>
- Чайковский Ю.В.* Зигзаги эволюции. Развитие жизни и иммунитет. – М.: Наука и жизнь 2010. – 112 с.
- Чехов А.П.* Сочинения: В 2 т. – М.: Художественная литература, 1983. Т. 2.
- Шлихтер С.Б.* Противоречия устойчивого развития и проблемы их преодоления // Географические проблемы устойчивого развития природной среды и общества. – М.: Совет по фундаментальным географическим проблемам, 1996.
- Яковленко С.И.* Проблема качества энергии // Вопросы философии. 1994. №9. С. 95–103.
- Яковленко С.И.* Термоядерная электростанция – «вечный двигатель»? // Знание – сила. 1992. №9. С. 11–21.
- Aalst M.K. van.* The impacts of climate change on the risk of natural disasters // Disasters, 2006. No. 1 (30). – P. 5–18.
- Alkire S., Santos M.E.* Multidimensional Poverty Measurement and Analysis. UNDP, 2010.
- Angliss R.P., Outlaw R.B.* Bowhead whale (*Balaena mysticetus*): Western Arctic Stock. NOAA's National Marine Fisheries Service, Alaska, National Marine Fisheries Service. 2006.
- Barnola J.M., Pimienta P., Raynaud D., Korotkevich Y.S.* CO₂ climate relationship as deduced from Vostok ice core: a re-examination based on new measurements and on re-evolution of the air dating // Tellus, 1991. V. 43B. No. 2. – P. 83–90.
- Bolin B., Crutzen P. J., Vitousek P.M., Woodmansee R.G., Goldberg E.D., Cook R.B.* Interactions of Biogeochemical Cycles // SCOPE 21 – The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions. – Chichester: John Wiley and Sons, 1983. – P. 1–40.
- Bormann F.H, Likens G.E.* Pattern and Process in a Forested Ecosystems. – N.Y.: Springer-Verlag, 1979. 252 p.
- Boyd I.L., Freer-Smith P.H., Gilligan C.A., Godfray H.C.J.* The Consequence of Tree Pests and Diseases for Ecosystem // Science. 2013. V. 342. – 823 pp.
- Broecker W.S., Peteet D.M., Ring D.* Does the Ocean-atmosphere System have more than one Stable Mode of Operation? // Nature. 1985. V. 315. No 6014. – P. 21–26.

- Brown L., Gardner G., Halweil B.* Beyond Malthus: Nineteen Dimensions of the Population Challenge. – N.Y.; London: W.W. Norton & Company, 1999.
- Brown L.* et al. (Eds). State of the World 2000. – N.Y.; London: W.W. Norton & Company, 2000.
- Brown L., Renner M., Halweil B.* Vital Signs 1999: The Environmental Trends that are Shaping our Future. – N.Y.; London: Worldwatch Institute, 1999.
- Cannariato K.G., Kennett J.P., Behl R.J.* Biotic response to late Quaternary rapid climate switches in Santa Barbara Basin; ecological and evolutionary implications // *Geology*, 1999. V. 27, No. 1. – P. 63–66.
- CIA World Factbook <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html>
- Climate Audit, S. McIntyre // <http://www.climateaudit.org/> 2008.
- Climate Change 2001: The Scientific Basis. – Cambridge: Cambridge university press. 2001.
- Colborn T., Dumanoski D., Myers J.P.* Our Stolen Future. – N.Y.: Dutton, 1996.
- Coman G.* et al. Pollutants Effects On Human Body. Toxicological Approach. Chapter in Chemicals as Intentional and Accidental Global Environmental Threats. – Springer Netherlands, 2007.
- Daily G.* Foreclosing the future // *People and Planet*. 1995. No 4. – P. 18–19.
- Daly H.E. Steady-state economy: The economy of biophysical equilibrium and moral growth. San Francisco. 1977.
- Daly H.* Toward Some Operational Principles of Sustainable Development // *Ecological Economics*. 1990. No. 2. – P. 1–6.
- Defra 2010. Wild bird populations in the UK, 1970 to 2010. Defra National Statistics Release // <http://www.defra.gov.uk/statistics/files/Wild-bird-populations-in-the-UK-1970-2010-National-Statistics-Release.pdf>
- Degens E.T., Kempe S., Spitzky A.* Carbon Dioxide: a Biogeochemical Portrait // *The Handbook of Environmental Chemistry*. Vol. 1, Part C. / O. Hutziger (Ed.) . – Berlin: Springer-Verlag, 1984. – P. 125–215.
- Dodman D.* Urban Density and Climate Change. in: (ed.), Analytical Review of the Interaction between Urban Growth Trends and Environmental Changes (Revised draft: April 2, 2009). – N.Y.: United Nations Population Fund (UNFPA), 2009.
- Elton Ch.S.* The ecology of animals. – Methuen (Mass.); London, 1946.
- Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland. –Paris: UNESCO, 1991. – 100 p. // <http://ria.ru/nature/20120112/538243479.html>
- Ereport.ru, Веб-сайт. <http://www.ereport.ru/articles/ecunions/brics.htm>
- Europe's environment: statistical compendium for the Dobris assessment. – Luxemburg: Eurostat. 1995.
- FAO 2005. State of the World's Forests. – Rome (Italy): FAO.
- FAO 2010. Global Forest Resources Assessment: Key findings. – Rome (Italy): FAO.
- FAO, 2010. Criteria and indicators for sustainable wood fuels // www.fao.org/docrep/012/i1673e/i1673e00.htm.
- Farrar J.F.* The Lichen as an Ecosystem: Observation and Experiment // *Lichenology: Progress and Problems* / D.H. Brown, D.L. Hawksworth, R.H. Bayley (Eds.) . – N.Y.: Academic Press, 1976. – P. 385–406.
- Finegan B.* Forest Succession // *Nature* 1984. Vol. 312. – P. 103–114.
- ForexAW.com, 2013 // http://forexaw.com/TERMs/Society/Shocks_and_disasters/Economic_Crisis/1983_%D0%91%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_Poverty_%D1%8D%D1%82%D0%BE

- Friedli H., Lotscher H., Oeschger H., Siegenthaler U., Stauffer B.* Ice Core Record of the 13C/12C-Ratio in Atmospheric CO₂ in the Past Two Centuries // *Nature*/ 1986. V. 324. – P. 237–238.
- Galli A., Kitzes J., Wermer P., Wackernagel M., Niccolucci V., Tiezzi E.* An exploration of the mathematics behind the Ecological Footprint // *International Journal of Ecodynamics*. 2(4). – P. 250–257.
- Global environment outlook 2000. – London: Earthscan, 1999.
- Global Forest Resources Assessment 2005. 15 Key Findings // <http://www.fao.org/forestry/foris/data/fra2005/kf/common/GlobalForestA4-ENsmall.pdf>
- Global Forest Resources Assessment 2015 // www.fao.org/3/a-i4793r.pdf
- Global Trends 2015: A Dialogue about the Future with Nongovernment Experts. NIC 2000-02, December 2000 // <http://infowar.net/cia/publications/globaltrends2015/>
- Gorshkov V.G., Gorshkov V.V., Makarieva A.M.* Biotic regulation of the environment: Key issue of global change. – London: Springer, 2000. – 367 p.
- Gorshkov V.G., Makarieva A.M., Gorshkov V.V.* Revising the fundamentals of ecological knowledge: the biota-environment interaction // *Ecological Complexity*. 2004. No. 1. – P. 17–36.
- Hannah L., Lohse D., Hutchinson Ch., Carr J.L., Lankerani A.* A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems // *Ambio*. 1994. No. 4–5. – P. 246–250.
- Hansen M.C. et al.* Humid tropical forest clearing from 2000 to 2005 quantified by using multitemporal and multiresolution remotely sensed data // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2008. 105 (27). – P. 9439–9444.
- Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R., Hancher M., Turubanova A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S.V., Goetz S.J., Loveland T.R., Kommareddy A., Egorov A., Chini L., Justice C.O., Townshend J.R.G.* High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change // *Science*. 2013. V. 342. – P. 850–853.
- Hawken P., Lovins A., Lovins H.* Natural Capital. – N.Y.: Little, Brown, and Co., 1999. – 404 p. (Chapt. 11).
- Holmen K.* The Global Carbon Cycle // *Global Biogeochemical Cycles* / S.S. Butcher, R.J. Charlson, G.H. Orians, G.V. Wolfe (Eds.). – London: Academic Press, 1992. – P. 239–262.
- Horn of Africa Drought Crisis Situation Report No. 5. OCHA, 2011 // http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/Full_report_166.pdf
- Houghton J.T., Meira Filho L.G., Callander B.A., Harris N., Kattenberg A. / K. Maskels* (Eds.) Climate Change 1995 // *The Science of Climate Change*. – Cambridge University Press, 1996.
- Houghton R.A.* The Long-term Flux of Carbon to the Atmosphere from Changes in Land Use // *Extended Abstracts of Papers Presented on the Third. Internat. Conf. on Analysis and Avaluation at Atmospheric CO₂ Data*. – W.M.O. University Heidelberg. 1989. – P. 80–85.
- Houghton R.A., Boone R.D., Fruci J.R., et al.* The Flux of Carbon from Terrestrial Ecosystems to the Atmosphere in 1980 due to Changes in Land Use: Geographic Distribution of the Global Flux // *Tellus*. 1987. Vol. 39B. – P. 122–139.
- Houghton R.A., Hobbie E., Melillo J.M., et al.* Changes in the Content of Terrestrial Biota and Soils between 1860 and 1980: Net Release of CO₂ to the Atmosphere // *Ecological Monographs*. 1983. Vol. 53. – P. 235–262.
- Hubacek K., Guan D., Barrett J., Wiedmann T.* Environmental implications of urbanization and lifestyle change in China: Ecological and Water Footprints // *Journal of Cleaner Production*. 2009. No. 17. – P. 1241–1248.
- Imhoff M.L., Bounoua T. et al.* «Global patterns in human...» // *Nature*. 2004. V. 429. – P. 870–873.
- International Energy Agency. 2013 Key World Energy Statistics. – Paris, 2013.

- Jablonsky D.* Extinctions in the Fossil Record // *Phil. Trans. R. Soc. London B*, 1994. Vol. 344. No. 1. – P. 11–17.
- Jaworowski Z.* Another global warming fraud exposed: ice core data show no carbon dioxide increase // *21st Century Science and Technology*. 1997. No. 1 (10). – P. 42–52.
- Jaworowski Z.* CO₂: The Greatest Scientific Scandal of Our Time, *EIR Science*, 2007 // [http://www.21stcenturysciencetech.com/Articles 2007/20_1-2_CO2_Scandal.pdf](http://www.21stcenturysciencetech.com/Articles%2007/20_1-2_CO2_Scandal.pdf)
- Joshi M., Hawkins E., Sutton R., Lowe J., Frame D.* Projections of when temperature change will exceed 2°C above pre-industrial levels // *Nature Climate Change*. 2011. – P. 407–412.
- Kemp A.C., Horton B.P., Donnelly J.P., Mann M.E., Vermeer M., Rahmstorf S.* Climate related sea-level variations over the past two millennia // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2011. 108(27). – P. 11017–22.
- Kendeigh S.C.* Ecology with Special References of Animals and Man. Englewood Cliffs. – N.Y.: Prentice-Hall, 1974. – 474 p.
- Kevin H.* Rio Plus 20, or Rio Minus 20? CARE International. <http://www.care-international.org/news/stories-and-blogs/advocacy/rio-20-plus-20-or-minus-20.aspx>
- Kondratyev K.Ya., Losev K.S., Ananicheva M.D., Chesnokova I.V.* Stability of Life on Earth: Principal Subject of Scientific Research in the 21st Century. Chichester: Praxis Publishing, 2004.
- Lashof D.H., Ahuja D.R.* Relative Contributions of Greenhouse Gas Emission to Global Warming // *Nature*. 1990. No. 344. – P. 529–531.
- Leith H., Whittaker R.H.* Primary productivity of the biosphere. – N.Y.: Springer Verlag, 1975.
- Lenton T., Footitt A., Dlugolecki A.* Major Tipping Points in the Earth's Climate System and Consequences for the Insurance Sector. – Berlin; Munich: WWF and Allianz, 2009.
- Lewin B.* Genes III. – N.Y.: John Wiley & Sons Inc, 1987.
- Lewis S.L., Brando P.M., Phillips O.L., van der Heijden G.M., Nepstad D.* The 2010 Amazon drought // *Science*. 2011. Feb 4, No 331(6017). – P. 554.
- Lorius C., Oeschger H.* Paleo-perspectives: Reducing Incertainties in Global Change? // *Ambio*. 1994. V. 3, No. 1. – P. 30–36.
- Lotka A.J.* Elements of physical biology. – Baltimore: Williams & Wilkins, 1925. – 460 p.
- Lovelock J.E.* Gaia: The practical science of planetary medicine. Gaia book limited, 1991.
- Lovelock J.E.* The Ages of Gaia. A Biography of our Living Earth. – N.Y.: Oxford Univ. Press, 1988. – 255 p.
- L'vovitch M.I.* World Water Resources and Their Future. – Washington: American Geological Union, 1979. – 415 pp.
- Making Development Sustainable. – Washington D.C.: The World Bank, 1994.
- McNab B.K.* Energetics, Body Size and the Limits to Endothermy // *Journal of Zoology*. 1983. Vol. 199. No. 1. – P. 1–29.
- McNeely J.A.* The Sinking Ark: Pollution and the Worldwide Loss of Biodiversity // *Biodiversity Conservation*. 1992. No. 1. – P. 2–18
- Meadows D.H., Meadows D.L. et al.* The Limiting to Growth. – N.Y., Potomac, 1974. Рус. пер.: Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рэндерс Й., Беренс В. Пределы роста. Доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества». – М.: МГУ, 1991. – 208 с.
- Mesarovic M., Pestel E.* Mankind at the Turning Point. N.Y.: Dutton. 1974. 210 p.
- Myneni R.B., Dong J., Tucker C.J., Kaufman R.K., Kauppi P.E., Liski J., Zhou L., Alekseev V.* A large carbon sink in woody biomass of Northern forests // *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 2001. No. 98.
- National Research Council. Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia. – Washington, DC: Nat. Acad. Press USA. 2011.

- Neftel A., Oeschger H., Schwander J., Stauffer B., Zimbrunn R.* Ice Core Sample Measurements Give Atmospheric CO₂ Content During the Past 40,000 years // *Nature*. 295. 1982. – P. 220–223.
- Nowinski N.S., Trumbore S.E., Schuur E.A.G., Mack M.C., Shaver G.R.* Nutrient Addition Prompts Rapid Destabilization of Organic Matter in an Arctic Tundra Ecosystem // *Ecosystems*, 2007 // DOI: 10.1007/s10021-007-9104-1.
- Oak Ridge National Laboratory. Carbon Dioxide Emissions Rebound Quickly After Global Financial Crisis. – Tennessee, USA, 2011.
- Pearce F.* Climate warning as Siberia melts // *New Scientist*, August 11, 2005.
- Quality of the environment in Japan. Tokyo: Institute for Global Environmental Strategies, 1999.
- Rapp D.* Assessing Climate Change. – Praxis Publishing, 2008.
- Raven P.H., Johnson G.B.* Understanding Biology. St. Louis: Times Mirror / Mosby Coll. Publ., 1988.
- Raynaud D., Jouzel J., Barnola J.M., Chapellaz J., Delmas D.J., Lorius C.* The Ice Record of Greenhouse Gases // *Science*. 1993. V. 59. P. 926–934.
- Rogelj J., Har, W., Lowe J., van Vuuren D.P., Riahi K., Matthews B., et al.* Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene // *Science*. 2005. 310. – P. 1313–1317.
- Rosanov B.G., Targulian V., Orlov D.S.* “Soils” in The Earth as Transformed by Human Action: Global and Regional Changes in the Biosphere Over the Past 30 Years, ed. by B.L. Turner et al. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- Rotty R.M.* Distribution of and Changes in Industrial Carbon Dioxide Production // *Journal Geophysical Research*. 1983. Vol. 88. No. C2. – P. 1301–1308.
- Schwartzman D.W., Volk T.* Biotic enhancement of weathering and the habitability of Earth // *Nature*. 1989. No. 340. – P. 457–460.
- Species Survival Commission, 2000 IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature, 2000.
- Staffelbach T., Stauffer B., Sigg A., Oeschger H.* CO₂ Measurements from Polar Ice Cores: more Data from Different Sites // *Tellus*. 1991. V. 43B. No 2. – P. 91–96.
- StatBureau.org 2007–2015 // <https://www.statbureau.org/ru/united-states/inflation-tables>
- Stine A.R., Huybers P., Fung I.Y.* Changes in the phase of the annual cycle of surface temperature // *Nature*. 2009. V. 457. – P. 435–441
- TEEB (2010) – The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/Synthesis%20report_Russian.pdf
- The Ecological Footprint Atlas 2010
http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf
- The World Bank Group, 2014 // http://www.worldbank.org/depweb/beyond/wrru/wnr_10.pdf
- The World Bank Group, 2015 // <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD>
- The World Environment 1972–1992. – London: Chapman and Hall, 1992. – 884 p.
- The World's Worst Polluters, Mines and Communities Website.

- <http://www.minesandcommunities.org/Action/press1254.htm>
- Thomas C.D. Fewer Species // *Nature*. 1990. Vol. 347. – P. 237.
- UNEP 2012 http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/GEO5-Global_PR_RU.pdf
- UNFPA. State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth. N.Y.: UN Population Fund, 2007.
- United Nations Conference on Environment and Development, 1992 // <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html>
- Vitousek P.M. Beyond global warming: ecology and global change // *Ecology*. 1994. No. 7(75) . – P. 1861–1876.
- Vitousek P.M., Ehrlich P.R., Ehrlich A.H.E., Matson P.A. Human Appropriation of the Product of Photosynthesis // *Bioscience*. 1986. V. 36, No 5. – P. 368–375.
- Vitousek P.M., Mooney H.A., Lubchenco J., Melillo J.M. Human domination of Earth's ecosystems // *Science*. 1997. 227. No. 5325. – P. 494–499.
- Warner S., Feinstein M., Coppinger R., Clemens E. Global population growth and the Demise of Nature // *Environmental Values*. 1996. No. 5. – P. 285–301.
- Watts J.A. The Carbon Dioxide Questions: Data Sampler // *Carbon Dioxide Review*. W.C. Clark (Ed.). – N.Y.: Clarendon Press, 1982.
- Watts J.A. The Carbon Dioxide Questions: Data Sampler // *Carbon Dioxide Review* / W.C. Clark (Ed.). – N.Y.: Clarendon Press, 1982.
- Weber U. The Miracle of the Rhine // *UNESCO Courier*, June 2000.
- Whittaker R.H., Likens G.E. The Biosphere and Man // *Primary Productivity of the Biosphere* / H. Lieth, R. Whittaker (Eds.). – Berlin: Springer, 1975. – P. 305–328.
- Wofsy S.C., Goulden M.L., Munger J.W., Fan S.-M., Bakwin P.S., Daube B.C., Bassow S.L., Bazzaz F.A. Net Exchange of CO₂ in a Mid-latitude Forest // *Science*. 1993. V. 260, No. 5112. – P. 1314–1317.
- World demographic trends. Report of the Secretary-General. UN, 2011/1 // http://www.unfpa.org/icpd2011/sg_report_demographicstrends.pdf
- World Resources, 1990–1991. – N.Y.; Oxford: Basic Book Inc. XII. 1990.
- World Urbanization Prospects: The 2014 Revision // <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>
- Worldmapper. War Deaths 1945–2000 // http://www.worldmapper.org/posters/worldmapper_map287_ver5.pdf
- Worldstat Info <http://ru.worldstat.info/>
- WWF 2010. Reinventing the City: Three Perquisites for Greening Urban Infrastructures. Gland: WWF International, 2010.
- WWF. 2012. Living Planet Report 2012 (русская версия). WWF International, Gland, Switzerland. – P. 57 // <http://www.wwf.ru/resources/publ/book/584>
- Yosef R. Eilat, Israel: avian crossroads of the Old World // *Living Bird*. 1996. No 15. – P. 22–29.
- Yosef R. Pollution in a Promised Land – an environmental history of Israel. – Berkeley; Los Angeles: University of California Press, 2002.