
1

БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО ЗА 100 ЛЕТ

Н.Н. Марфенин

За последние 100 лет человечество увеличилось почти в 4 раза, потребление энергии в 10 раз, совокупный продукт в 17,6 раза, минерально-полезных ископаемых приходится на XX век. Общее количество используемой энергии в конце века всего на 3–4 порядка величин меньше суммарной солнечной энергии, поступающей на верхнюю границу атмосферы Земли. К настоящему времени 1/4 суши занята агроценозами и пастбищами и 3/4 не покрытой вековыми льдами территории оказывается в зоне прямого хозяйственного воздействия. Мировой улов рыбы достиг своего теоретического предела. На глазах происходит изменение глобального климата Земли, в результате которого могут усилиться стихийные бедствия, возрасти материальные потери, вымереть значительное число видов. В XXI веке человечество должно удвоиться. Сможет ли биосфера выдержать такую нагрузку?

XX век войдет в историю не только своими выдающимися открытиями, которые продолжили череду впечатляющих научных достижений предыдущих веков [11] и не только социальными потрясениями или беспримерной интеграцией всего мирового сообщества, но и крупномасштабным воздействием человечества на биосферу, не имеющим каких-либо аналогов в прошлом.

Впрочем, сила воздействия антропогенных процессов на климат, биоту и другие важные характеристики состояния биосферы пока еще недостаточно оценена. Если в начале XX века даже самые просвещенные люди с трудом могли себе представить, чтобы под натиском экономического развития нарушилось глобальное природное равновесие, то к концу того же века об экологическом кризисе заговорили как о бесспорной катастрофе, разворачивающейся у нас на глазах по вине самого человечества. Наибольшую опасность увидели не столько в отдельных негативных последствиях «покорения природы» (даже

Россия в окружающем мире: 2001 (Аналитический ежегодник). Отв. ред. *Н.Н. Марфенин* / Под общей ред.: *В.И. Данилова-Данильяна, С.А. Степанова*. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 332 с.

таких крупных, как потепление климата, сокращение природных экосистем, уменьшение биологического разнообразия), сколько в потере устойчивости биосферы, что может проявиться в быстрой разбалансировке основных круговоротов веществ и энергии, в неадекватно более сильной реакции на антропогенное воздействие, превысившее некий порог [2, 7, 8].

Стремясь жить и хозяйствовать разумно, с учетом ограниченной емкости биосферы, мы должны в то же время в полной мере осознавать реальную роль антропогенных факторов дестабилизации биосферы в сравнении с естественными, существующими вне связи с человеческой деятельностью. Устойчивое развитие человечества станет возможным не только при выполнении амбициозной программы замораживания и даже сокращения хозяйственного воздействия на природу (несмотря на продолжающийся рост человечества), но и при внимательном учете долгосрочных изменений состояния биосферы, происходящих не по вине Мирового сообщества.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ «ВЗРЫВ»

За 100 последних лет численность человечества возросла почти в 4 раза – с 1,65 до 6,06 млрд человек. Примечательно, что этот рост напоминает взрыв, ничего подобного ранее в истории человечества не было (рис. 1–1). Увеличение численности связывают с достижениями науки и техники, позволившими вна-

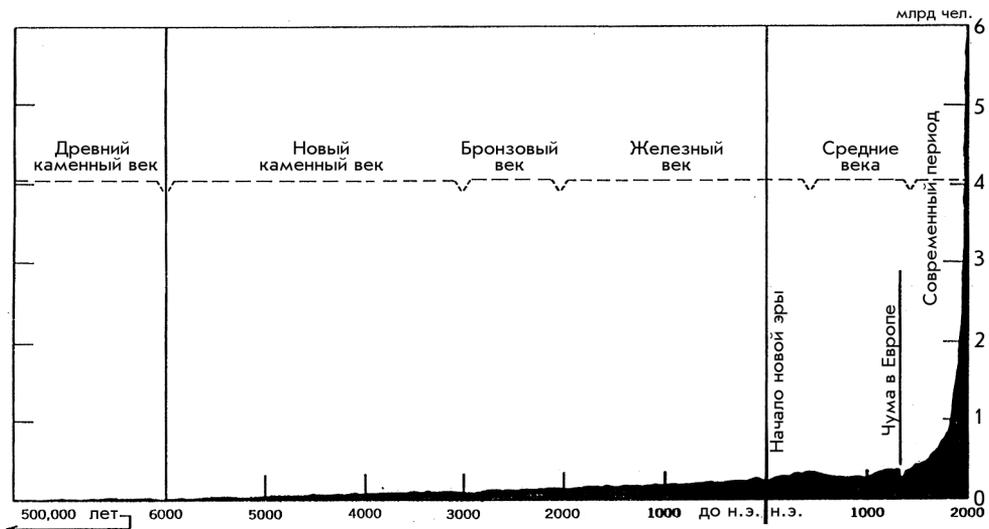


Рис. 1–1. Динамика численности народонаселения мира за 8 тыс. лет

Источник: По данным Всемирного банка и ООН.

чале обеспечить относительно благополучное существование в Европе и Северной Америке, а затем – в течение XX века – распространившимися и на развивающиеся страны. Крах колониальной системы в первой половине XX века не помешал сохранению высокой рождаемости при постепенно снижающейся смертности. Метрополии продолжали курировать свои бывшие колонии, способствуя просвещению населения, освоению более совершенных технологий, распространению гигиены и медицинской помощи. При сохранении аграрной ориентации слаборазвитых государств это способствовало быстрому росту их народонаселения.

Предположение, что подобная демографическая тенденция может продолжиться, послужило причиной алармистских настроений в обществе начиная с 1960-х годов. Доклады Римскому клубу и другие не менее авторитетные прогнозы, появившиеся в 1970-е годы, предвещали близкий крах цивилизации в результате несоответствия роста численности народонаселения мира и потребительской сущности рыночной экономики имеющимся на Земле ограниченными природными ресурсам. По разным расчетам, глобальный экологический кризис мог наступить всего лишь через 40–70 лет. Действительно, если уже при 3–4 млрд людей треть человечества голодала, а десятая часть умирала ежегодно от голода, то что могло изменить ситуацию к лучшему за 40 лет по мере очередного удвоения численности людей?

Тем не менее именно на границе 1960-х – 1970-х годов произошел перелом демографического процесса – темп прироста человечества стал плавно снижаться. И хотя каждый последующий год число людей на Земле по инерции увеличивалось больше, чем в предыдущий, все же теперь появились основания для оптимизма, так как демографический взрыв пошел на убыль (*рис. 1–2*). К концу XXI века можно ожидать стабилизации демографической ситуации по всему миру [16]. В Европе нулевой прирост был достигнут уже во второй половине XX века: сначала в отдельных странах (Швеции, Франции), а затем и повсеместно.

За это время продолжался быстрый рост численности африканских и азиатских народов. Возрастала диспропорция между обеспеченностью ресурсами в развитых странах и развивающихся. Отдельные страны, такие, как Китай и Индия, превысили по своей численности все богатые страны вместе взятые. Разрыв в благосостоянии между развитыми и развивающимися странами продолжал увеличиваться. Отношение уровня жизни в богатых странах (верхние 20 %) к наиболее бедным странам (нижние 20 %) в 1960 г. было 30:1, а в 1995 г. стало 80:1 [39]. Однако это не привело к таким серьезным последствиям, как мировые войны первой половины XX века.

За 100 прошедших лет все человечество стало жить значительно лучше. Достижения науки и техники во много раз увеличили производительность труда, сделали жизнь многих сотен миллионов людей легче. В богатых странах механизация, электрификация, химизация, информатизация стали неотъемлемой частью жизни каждого человека. В начале века ничтожно малая часть

человечества пользовалась электрическим освещением, водопроводом и канализацией. В России, как и в других северных странах, почти все семьи должны были носить воду из колодцев, топить печи для обогрева и приготовления еды. Одежду и обувь использовали, как правило, до полного износа, да и потом их не выкидывали, а находили применение в хозяйстве.

Постепенно за счет индустриализации и совершенствования сельского хозяйства жизнь людей становилась все более комфортной и стабильной – мало зависящей от капризов природы. В сельском хозяйстве с самого начала века лошадей стали заменять мощными тракторами и автомобилями. Позже появились комбайны, механические молотилки, сушилки для зерна. После Второй мировой войны механизация сельского хозяйства стала нормой во всех развитых странах, а к концу XX века и в развивающихся. В этот же период стали широко применять в сельском хозяйстве минеральные удобрения и химические средства защиты растений (рис. 1–3).

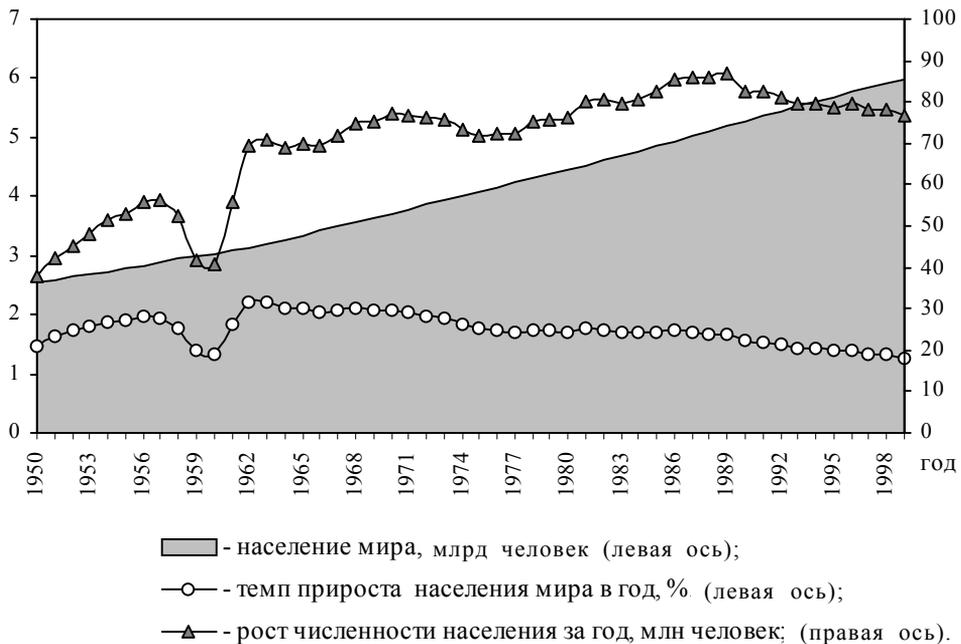


Рис. 1–2. Динамика численности народонаселения мира, абсолютного прироста за год и темпа прироста

Источник: Vital Signs: 2000. The environmental trends that are shaping our future. New York, London: W.W. Norton & Comp., 2000. 192 p.; Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

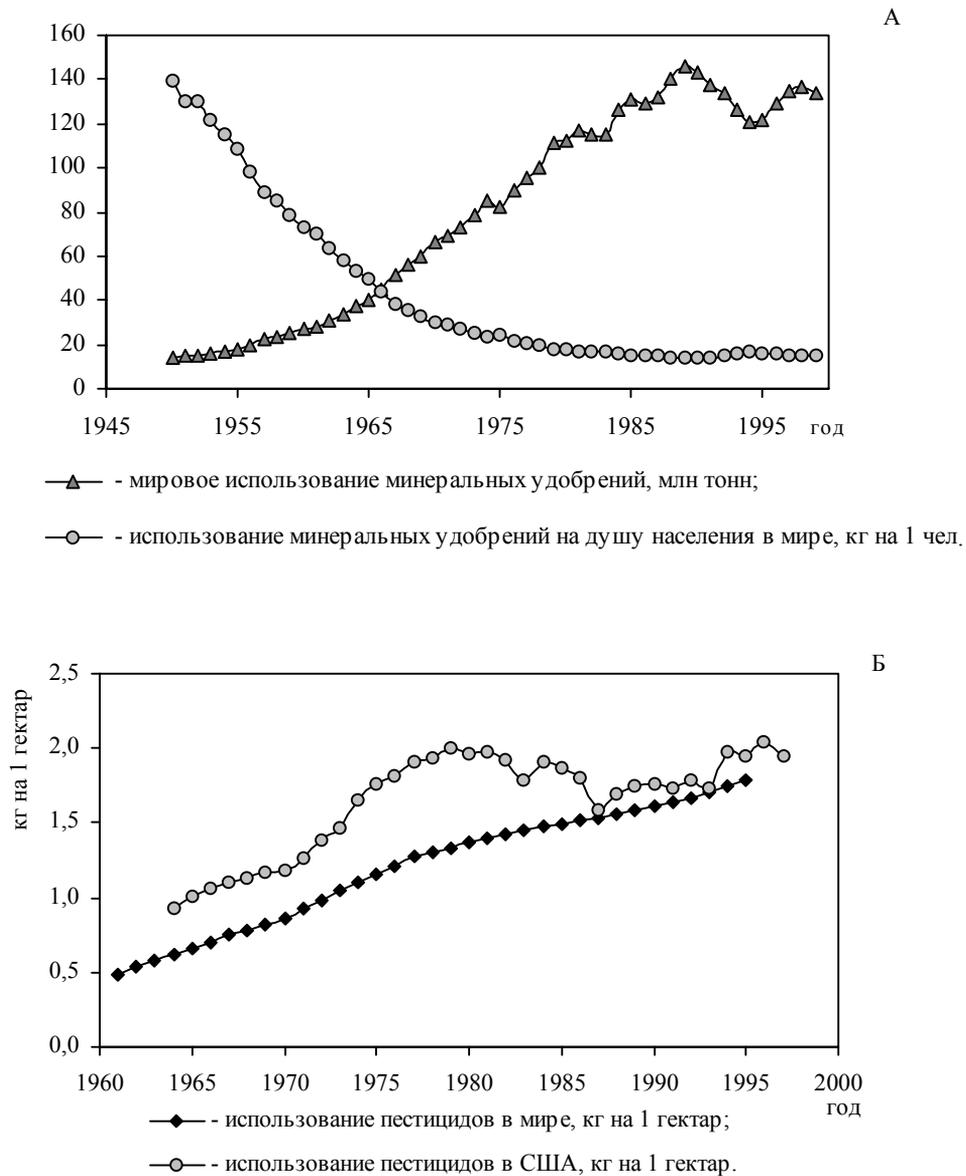


Рис. 1–3. Использование минеральных удобрений (А) и пестицидов (Б) в мире во второй половине XX века

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

Одновременно происходило расширение сельскохозяйственных угодий (рис. 1–4). Для этого в одних местах осушали болота, а в других обеспечивали искусственный полив. Масштабные государственные программы мелиорации земель и химизации сельского хозяйства, принятые во второй половине 1970-х годов в нашей стране, были отражением аналогичных устремлений на Западе. Использование грунтовых вод для ирригации стало столь обычным явлением, что породило новые проблемы: в некоторых районах мира, например на Среднем Западе в США, возникла опасность истощения колоссальных подземных природных «водохранилищ» вроде водоносного горизонта Огаллала.

Все эти агротехнические приемы вместе взятые, при поддержке изощренной селекции, позволили настолько повысить урожайность, что в 1960-х годах заговорили о «зеленой революции» [25]. Вечно голодавшие перенаселенные регионы планеты, такие, как Китай и Индия, к концу XX века уже смогли сами хоть как-то прокормить свое гигантское и быстро растущее население. Притом, что в среднем на душу населения в течение века приходилось все меньше



Рис. 1–4. Изменение площади сельскохозяйственных угодий в мире с 1950 по 1999 гг.

Источники: Vital Signs 2000. New York–London: W.W. Norton & Company, 2000. 192 с.; Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

сельскохозяйственных угодий, обеспеченность людей продуктами питания устойчиво возрастала вплоть до последнего времени (рис. 1–4, 1–5).

Мировое сообщество стало помогать странам, оказавшимся в зоне стихийных бедствий: засух, наводнений, землетрясений, пожаров. За счет экстренных и массовых поставок продовольствия удалось значительно снизить трагические последствия редкостной засухи в Африке в 1982–1986 гг., наводнений в Китае в 1981 г. и Бангладеш в 1988 г. и во многих других случаях, грозивших страшными трагедиями для целых народов. Да и в обычное время Мировое сообщество в последние полвека оказывало значительную продовольственную и медицинскую помощь слаборазвитым в экономическом отношении странам.

В течение 1980-х и начала 1990-х годов в Африку было поставлено в виде продовольственной помощи: зерна 3,5 млн т в год, растительного масла более 200 тыс. т в год, сухого молока более 65 тыс. т в год.

Источник: World Resources: 1994–1995. Oxford University Press, 1994. 401 p.

Это стало причиной снижения младенческой смертности и роста ожидаемой продолжительности жизни в развивающихся странах. В первой половине века появились сильные лекарства против воспалительных заболеваний (сульфамидные препараты, антибиотики), новые вакцины против инфекций. Во многих местах были уничтожены природные очаги чумы, малярии и других болезней, передающихся животными.

В меняющихся к лучшему условиях не сразу стала снижаться рождаемость, которая традиционно была высокой в аграрных регионах и целых странах. Опыт многовековой истории натурального хозяйства убеждал в силе многодетной большой семьи и в слабости малой семьи. Успех простого крестьянского труда во многом зависит от числа рук. Даже дети включались в работу с

Дополнительная информация автора

«...В России из-за голода в 1891 г. погибло около 1 млн человек, в 1921–1922 гг. – 5 млн человек и в 1930–1933 гг. – от 3,5 до 7 млн человек...»

«...В Северном Китае в 1959–1961 гг. от голода умерло 30 млн человек...»

«...Во время Великого голода в Африке 1984–1985 гг. умерли 1 млн эфиопцев и 250 тыс. суданцев...»

«...По данным ЮНИСЕФ (которые, правда, оспаривают специалисты), ежедневно от недоедания и недостатка медицинской помощи гибнет около 10 тыс. африканских детей, из них 1500 – в Эфиопии. Самые страдающие страны – Эфиопия, Судан, Мозамбик и Ангола...»

Источник: Интернет-проект «Хроники Харона» по книге Лаврина А.Л. Энциклопедия смерти. М.: Московский Рабочий, 1993. (http://xx.lipetsk.ru/txt/koi/txt/xx_04_10.shtml).

малых лет. Суровые условия жизни и эпидемии были причиной повсеместно высокой смертности – обычной для примитивного уклада. Улучшение условий жизни, наступившее в XIX–XX веках, снижало смертность, но не могло сразу изменить установившиеся обычаи.

Лишь уменьшение доли сельского населения по мере урбанизации приводит к изменению семейной политики. В городских условиях уже не так важно количество рабочих рук в семье по сравнению с полунатуральным сельским хозяйством, и в то же время себестоимость содержания каждого ребенка в городе возрастает. Неизбежными следствиями урбанизации становятся разрушение патриархального уклада, уменьшение размеров семьи, возрастающие индивидуализм и мобильность. Происходит «демографический переход» от многодетной большой семьи, занятой общим делом, к малодетной семье, все члены которой достаточно независимы друг от друга в работе и быту. Снижение рождаемости – закономерное следствие урбанизации и изменения образа жизни населения страны. В больших городах рост населения происходит в основном за счет миграции из других мест.

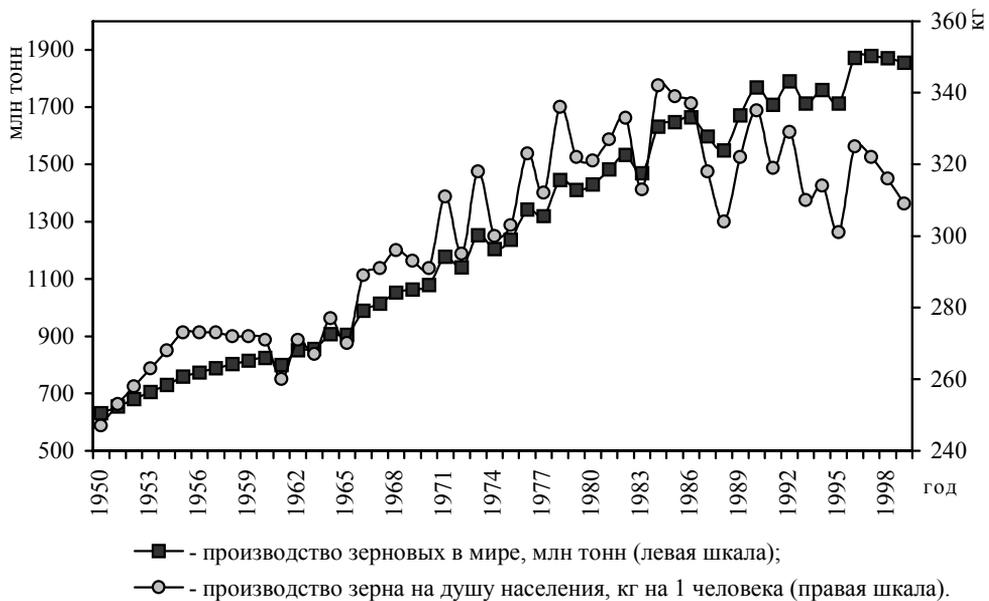


Рис. 1–5. Динамика производства зерна в мире и изменение количества зерна на душу населения в период с 1950 по 1999 гг.

Источники: Vital Signs 2000. New York–London: W.W. Norton & Company, 2000. 192 с.; Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

Рост городского населения – характерная черта XX века. Если в 1900 г. в городах проживало 13,3 % населения мира, то в 2000 г. уже 47,5 %, а в Европе и Северной Америке более 70 % населения сейчас живет в городских условиях (табл. 1–1).

Таблица 1–1

Население, проживающее в городах (%)

Регион проживания	1950	1975	1995
Африка	14,6	25,2	34,9
Азия ¹	15,3	22,2	33
Латинская Америка	41,4	61,2	73,4
Индустриально-развитые страны ²	54,9	69,9	74,9
Весь мир	29,7	37,8	45,3

1 – за исключением Японии;

2 – Европа, Япония, Австралия, Новая Зеландия и Северная Америка, за исключением Мексики.

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

Дополнительная информация автора

Несколько примеров потерь от страшных эпидемий до XX века:

«...В Европе в XIV веке чума унесла 25 млн жизней...»

«От чумы с начала XX века до 1938 г. в мире погибло свыше 13 млн человек...»

«...Более 1,3 млн человек ежегодно умирали в Европе и Азии в XVI–XVIII веках от оспы...»

«В России, например, от холеры в 1830 г. умерли 42 тыс. человек, в 1831 г. – 100 тыс., в 1847 г. – 134 тыс., в 1848 г. – 668 тыс....»

«...Пандемия гриппа в 1918–1919 гг. унесла более 20 млн жизней – больше, чем вся Первая мировая война...»

...В 1957–1959 гг. от «азиатского гриппа» погибло 1 млн человек...»

...В относительно «благополучном» 1984 г. грипп унес 680 тыс. жизней...»

«...Ежегодно малярия уносит в могилу от одного до двух млн человек...»

«...В 1960 г. в Эфиопии от желтой лихорадки погибли 8000 человек...»

«...От СПИДА с 1980 г. до конца 2000 г. умерло более 21 млн человек. Около 36 млн человек заражены в настоящее время вирусом иммунного дефицита...»

Даже в XX веке эпидемии оставались главными «убийцами».

По материалам: Интернет-проект «Хроники Харона» по книге Лаврина А.Л. Энциклопедия смерти. М.: Московский Рабочий, 1993. (http://xx.lipetsk.ru/txt/koi/txt/xx_04_09.shtml#prim); Тарасов В. Микробицы // Медицинская газета, 25.03.1998 (http://www.nns.ru/openpage/006t_3.html); Пресс-релиз Информцентра ООН в Москве от 18 декабря 2000 г. http://www.unic.ru/www_old/old/pr100.htm

Поскольку снижение рождаемости отстает от снижения смертности, население планеты испытало настоящий «демографический взрыв», который так же, как закономерно начался в XVIII веке, должен завершиться в течение XXI века.

Рост численности человечества был обусловлен улучшением благосостояния людей, многократным увеличением потребления, возникновением множества новых форм потребления. К концу века повсеместно увеличились энергетические затраты на душу населения, а в наиболее обеспеченной части человечества, прозванной «золотым миллиардом», распространилась небывалая ранее массовая расточительность, выражающаяся в частой смене еще вполне пригодных вещей. Размещение неимоверно быстро возрастающего объема твердых бытовых отходов стало серьезной проблемой для развитых стран.

Даже в самые бедные страны XX век принес прогресс, который выразился в доступности хотя бы простейших изделий из металлов, пластмассы, тканей: орудий труда, одежды, предметов быта. Хотя трудно сравнивать между собой уровень избыточного потребления в богатых странах и недостаточного потребления в бедных, тем не менее все вместе взятое означало многократный рост воздействия на биосферу: истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, изменение энергетического баланса и климата планеты, катастрофическое сокращение естественных экосистем и биологического разнообразия.

РОСТ ПОТРЕБЛЕНИЯ

По мере роста численности народонаселения мира, роста зажиточности богатых стран и скромного, но массового улучшения материального положения бедных народов уровень потребления возрос в десятки раз. При том, что численность людей на Земле увеличилась за 100 лет почти в 4 раза, совокупный продукт (ВНП), вырабатываемый человечеством, вырос в 17,6 раза (рис. 1–6), а сум-

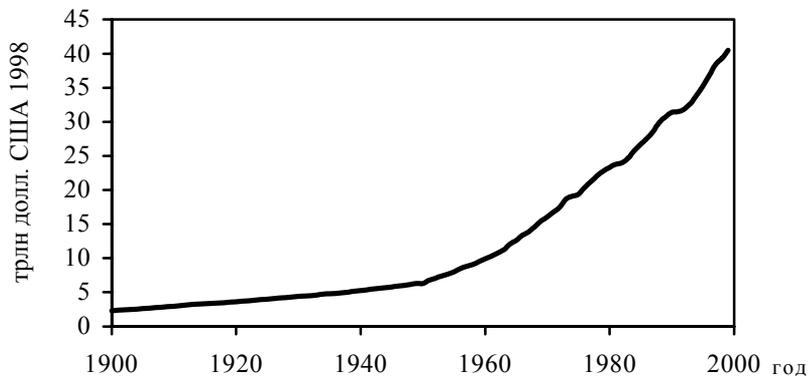


Рис. 1–6. Рост совокупного валового продукта в XX веке

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

марное потребление минерального сырья за 95 лет (с 1900 г.) еще больше – в 29 раз. Трудно достоверно оценить степень изменения энергозатрат с начала XX века. По данным Международного института прикладного системного анализа, суммарное потребление всех видов энергоресурсов (в переводе на нефтяной эквивалент) в течение XX века увеличилось в мире в 10 раз (табл. 1–2) [29, 49].

В ближайшем будущем эта тенденция вряд ли может измениться, а скорее всего усилится. Преобладающее в мире по численности бедное население Китая, Индии и других развивающихся стран законно претендует на приобщение к благам современной цивилизации: они хотят жить в благоустроенных жилищах, лучше питаться, иметь автомобили, заботится о своем здоровье. Глобализация экономики способствует созданию новых рабочих мест, строительству предприятий в любой стране с достаточно квалифицированной и непритязательной рабочей силой. Это означает, что потребление природных ресурсов и сопутствующие ему энергозатраты будут и далее возрастать значительно быстрее, чем народонаселение мира. В то время как с 1990 по 2050 гг. народонаселение мира должно увеличиться вдвое, доход на душу населения по прогнозам экспертов ООН увеличится в 2,4 раза, потребление энергии – в 2,6 раза, а воды – в 1,5 раза. Совокупный произведенный продукт в мире должен возрасти за это время в 4,5 раза [39].

Комплексное воздействие человечества на биосферу увеличивается значительно интенсивнее прироста самого человечества. Поэтому при последующем удвоении народонаселения мира нагрузка на биосферу возрастет многократно.

Таблица 1–2

Мировое потребление энергии в 1900 и 1997 гг.

Источник энергии	1900		1997	
	Всего, млн т нефтяного эквивалента	Доля, %	Всего, млн т нефтяного эквивалента	Доля, %
Уголь	501	55	2122	22
Нефть	18	2	2940	30
Природный газ	9	1	2173	23
Ядерная энергетика	0	0	579	6
Возобновляемые источники энергии ¹	383	42	1833	19
Всего	911	100	9647	100

1 – включая энергию биомасс, энергию ветра, геотермальную и солнечную энергию.

Источник: К. Флейвин, С. Данн Создание новой энергетической системы // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу / Пер. с англ. М.: Издательство «Весь мир», 2000. С. 31

РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ –
СНАЧАЛА ПРОСТОЕ РАСШИРЕНИЕ, А ЗАТЕМ ИНТЕНСИФИКАЦИЯ;
НЕЗАМКНУТЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦИКЛ

Вступая в XX век, человечество не ставило своей целью экономию природных ресурсов или снижение энергозатрат. Казавшиеся безграничными минеральные, рыбные, водные и др. ресурсы на огромных неосвоенных территориях и акваториях предопределили низкую эффективность их использования. Планировалось простое наращивание производств, замена маломощных средств производства более мощными. Экономическую эффективность связывали с индустриализацией, а увеличение коэффициента полезного действия с увеличением размеров. Отсюда восхищение огромными заводами, мощными электростанциями, небоскребами, океанскими лайнерами, гигантскими шагающими экскаваторами. Постоянное расширение добычи, производства и потребления составляли основу капиталистической экономики, унаследованной человечеством от XIX века. С этим в значительной степени были связаны войны за доступ к природным ресурсам и рынкам сбыта. Интерес к интенсификации производства и экономии ресурсов пришел позже. Показателен пример с электронно-вычислительной техникой. Вплоть до 1970-х годов приоритетными были огромные вычислительные машины, а маленькие персональные компьютеры были созданы скорее для малого бизнеса, чем для большого.

Почти весь XX век может быть описан динамикой экстенсивного развития: увеличением производства электроэнергии, стали, алюминия, удобрений, пестицидов, автомобилей, протяженности транспортных магистралей и многого другого.

Лишь в последней четверти XX века произошли революционные изменения в стратегии экономического развития. В 1973 г. начался нефтяной кризис,

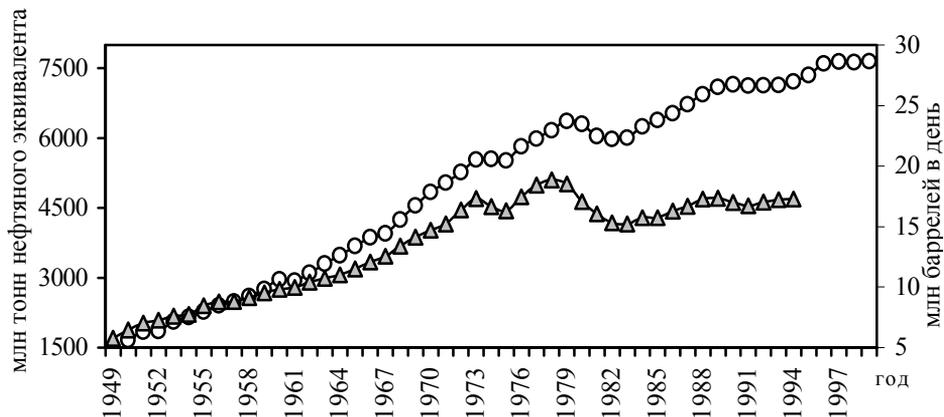
Дополнительная информация 001

«*Расходы на нефтяное топливо европейских стран-членов ОЭСР* из-за быстрыми темпами возраставшего потребления уже в конце 1960-х годов ежегодно увеличивались на 1–2 млрд долл. В 1970 г. они равнялись 15 млрд, в 1972 г. превысили 21 млрд, чтобы в 1973 г. подскочить почти до 30,6 млрд и в 1974 г. превзойти 73,6 млрд долл., – скачок, являвшийся следствием экономии, принесшей временное облегчение. В 1978 г. они достигли 94 млрд, после второго подорожания нефти в 1979 г. вышли на уровень 141 млрд, в 1980 г. поднялись до высшей точки в 202 млрд долл. Затем расходы на нефть начали сокращаться: промышленность и предприниматели предприняли ряд мер по экономии энергии. Минеральные источники энергии, на которые в 1969–1970 гг. приходилось свыше 10 % стоимости совокупного западноевропейского импорта, в 1974 г. составили около 20 %, в 1982 г. – 23,7 %. Начиная с 1980 г. Западная Европа должна была за энергоресурсы платить больше, чем за импорт машин и транспортного оборудования.»

Источник: Фишер В. Европа: экономика, общество и государство. 1914–1980 / Пер. с нем. Л.А. Овчинцевой; Под науч. ред. Ю.А. Петрова. М.: Гуманитарный издательский центр «Владос», 1999. С. 241.

который последовал сразу после обсуждения на Стокгольмской конференции 1972 г. перспектив развития человечества и угрозы истощения природных ресурсов. Повышение странами ОПЕК цен на нефть заставило главных ее покупателей – США, Японию и страны Западной Европы – срочно развивать новые технологии энергосбережения. В Америке увеличился спрос на малолитражные автомобили. Автомобильные концерны направили свои усилия на создание сверхэкономных новых моделей с использованием более легких материалов, совершенных двигателей, электронных систем регуляции. Были быстро разработаны и внедрены новые теплоизоляционные материалы для домов. В считанные годы стали популярными ветрогенераторы, разработаны нетрадиционные виды получения энергии, в том числе аккумуляция тепла солнечного света. Появилось новое направление так называемой «солнечной» архитектуры, позволяющей более эффективно использовать тепло солнечного света. Повсеместно заговорили о разумности экономии ресурсов и аморальности расточительности. «Американский образ жизни» – прочно ассоциированный с мощными автомашинами, большими домами, безмерными тратами энергии – впервые за послевоенное время потерял популярность.

В течение почти десяти лет мир продолжал успешное развитие без увеличения энергозатрат (рис. 1–7). Этот пример впервые поколебал казавшийся не-



—○— - мировое потребление энергии, млн тонн нефтяного эквивалента (левая шкала);

—△— - потребление энергии в США, млн баррелей в день (правая шкала).

1 баррель нефтяной (США) = 158,987 л.

Рис. 1–7. Рост потребления энергии человечеством во второй половине XX века

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. – Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

зыблемым постулат об опережающем развитии энергетики для устойчивости экономики. С тех пор перспективы развития человечества связывают со скоростью научно-технического прогресса, направленного на получение более совершенного конечного результата с использованием все меньшего количества ресурсов. Миниатюризация в наше время стала столь же популярна, как гигантомания еще в недавнем прошлом. Появилась надежда на принципиальное решение парадокса: как обеспечить благополучную жизнь возрастающего населения планеты при одновременном замораживании воздействия на биосферу.

Тем не менее усвоить урок «нефтяного кризиса 1970-х годов» оказалось не так-то просто. Как только цена на нефть стала понижаться на мировом рынке в течение 1980-х годов, так снова наметился рост потребления энергии человечеством, а прогрессивные способы энергосбережения снова стали нерентабельными. Видимо, в условиях рыночной экономики повышение цен на сырье способствует технологическому прогрессу и рациональному хозяйствованию на ограниченной Земле, хотя при этом страдают бедные страны, не обладающие собственными запасами ценных природных ресурсов.

Оборотной стороной экстенсивного развития стало загрязнение окружающей среды. Человечество никогда ранее не задумывалось о судьбе отходов жизнедеятельности, а потому и не планировало замкнутых циклов производства. Природа сама утилизировала солому, дерево, трупы животных, а то, что не подвергалось химическим превращениям, просто захоранивалось под слоем земли или ила. По сравнению с круговоротом веществ в биосфере человеческие отходы долгое время оставались незначительными. Однако многократное увеличение в течение XX века промышленного и сельского производства привело к столь же масштабному загрязнению воды, воздуха, почвы. При ограниченных размерах почти полностью заселенной планеты люди должны теперь сами обеспечивать переработку своих отходов так, чтобы не навредить биосфере.

ИЗМЕНЕНИЕ БИОСФЕРЫ ЗА 100 ЛЕТ

Люди исторически привыкли воспринимать природу как нечто безграничное. Нередко случавшиеся природные катастрофы могли производить впечатление конца света, но лишь по воле богов, а не прямого человеческого разрушения. Ничтожность человеческого существа, племени или даже мощного государства перед натиском времени и природных стихий были бесспорны. Природа способна «прогневаться» на людей, но не пасть перед их ордами. Так было всегда. Лишь в XVIII веке появились научно обоснованные предположения Т.Р. Мальтуса (1766–1834) о слишком быстром росте человечества и возможных негативных его последствиях. Спустя сто с лишним лет после этого появились фантастические прожекты будущего освоения других планет и еще полвека спустя люди смогли посмотреть на нашу маленькую планету с искусственного спутника.

Обеспокоенность Т.Р. Мальтуса относительно грядущего перенаселения планеты воспринималось скорее в интеллектуальной плоскости, нежели практически. Лишь спустя почти 200 лет после анонимного издания им «Опыта о законе народонаселения» человечество всерьез обеспокоилось перспективой глобального экологического кризиса.

XX век начинался с амбициозных планов завоевания природы, ресурсы которой по большей части казались почти беспредельными, но не всегда легко достигаемыми. За несколько поколений выяснилось, что границы «ойкумены» не только достигнуты, но и все лучшее пространство заселено, ресурсов не так много, как предполагали, а переделка природы порой оборачивается тяжелейшими последствиями.

Само понятие биосферы, впервые предложенное в начале XIX века Жаном Батистом Ламарком, а затем введенное в геологию Эдуардом Зюссом в 1875 г., вначале лишь акцентировало внимание ученых на границах обитания живого. В.И. Вернадский создал учение о биосфере (1926 г.), в котором важное место занимали представления о трансформации косного вещества живыми организмами. Роль живого на планете предстала в ином свете. Характеризуясь малой, можно сказать ничтожной, биомассой живое тем не менее оказывает грандиозное воздействие на внешние оболочки Земли: литосферу, гидросферу и атмосферу. Логическим продолжением этой теории стали представления В.И. Вернадского об исключительной силе человечества, способной изменить биосферу. «Человечество, взятое в целом, 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» [6, С.309].

Экономический прогресс в послевоенные 1950–1960 гг. стал причиной стремительного ухудшения окружающей среды, что заставило задуматься о ближайшем будущем цивилизации, об исчерпаемости природных ресурсов и об опасных последствиях загрязнения биосферы. Благодаря грандиозным совместным исследованиям живого покрова Земли по Международной биологической программе (1964–1974 гг.) учеными свыше ста стран были получены базисные данные, заставившие всерьез задуматься о пределе устойчивости не отдельных экосистем, а биосферы в целом. Дальнейшие исследования последней четверти XX века позволили серьезнее обосновать актуальность этой проблемы, но оказались недостаточными для понимания реальных механизмов устойчивости и тем более для определения ее пределов [20]. В таком положении надо попытаться проанализировать проблему устойчивости биосферы, используя имеющиеся знания, сознательно упрощая задачу, но и осторожно относясь к получаемым выводам.

С сугубо утилитарных позиций можно считать, что человечество зависит от состояния биосферы всего по нескольким главным параметрам, и прежде всего: 1) от наличия пищи, 2) достатка энергетических и минерально-сырьевых ресурсов и от 3) стабильности глобального климата. Даже если ограничиться таким упрощенным подходом и оставить в стороне рассуждения о многообра-

зии саморегуляций устойчивости в сложных системах, то и тогда результаты анализа воздействия человечества на биосферу поражают.

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ ПРОБЛЕМА

Обеспечение продовольствием до сих пор полностью зависит от продуктивности экосистем. Теоретически общая годовая продукция биосферы (сухое вещество) составляет около 14×10^{10} тонн, а продукция всех полей и пастбищ составляет примерно $2,8 \times 10^{10}$ тонн (табл. 1–3 и 1–4) [1]. Все человечество в настоящее время потребляет прямо и косвенно примерно 2×10^9 тонн зерна в год (сырой вес) [47].

Из этих расчетов получается, что у современного человечества не должно быть продовольственной проблемы. Однако надо учесть, что подавляющая часть первичной продукции используется внутри самих естественных экосистем. Чем разнообразнее и сложнее экосистема, тем полнее используется вырабатываемая ею первичная продукция. Увеличение доли первичной продукции, потребляемой человечеством за счет расширения посевных площадей и водных хозяйств, означает сокращение естественных экосистем. Не приведет ли это к непредсказуемым катастрофическим последствиям, связанным с разбалансировкой круговорота веществ в биосфере?

В настоящее время все сельскохозяйственные угодья человечества занимают уже 37 % суши, а поля и пастбища 28 %. Эта площадь составляет $4,1 \times 10^9$ га [27]. Если учесть, что на долю лесов приходится не более 31 % поверхности суши и что остальные земли (около 32 %) по большей части малопродуктивны, то

Таблица 1–3

Количественные характеристики биомассы и продуктивности современной биосферы

Показатели биомассы и продукции	Млрд тонн
Биомасса живого вещества биосферы	8344
Сухое вещество биомассы биосферы	1360
Органическое вещество биомассы биосферы	1276
Годовая продукция живого вещества (брутто)	847
Сухое вещество продукции	138
Органическое вещество продукции	130
Годовое потребление и выделение CO ₂	224
Годовое потребление и выделение воды	21695
Годовой обмен метаболической воды	69
Годовое выделение и потребление кислорода	163
Годовой проток нетто-энергии фотосинтеза, Дж·10 ¹⁸	2327

Источник: Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998. С. 102.

Площади, биомасса и продуктивность основных биомов Земли

Основные биомы, категории земель	Площадь, млн км ²	Биомасса (сухое вещество)		Годовая продукция	
		т/га	млрд т	т/га	млрд т
Тундры и лесотундры	4,2	8,5	3,6	2,6	1,1
Таежные и горные хвойные леса	12,8	127,0	162,6	7,9	10,1
Листоечно-хвойные бореальные леса	6,2	185,0	114,7	9,8	6,1
Широколиственные листопадные леса	7,6	240,0	182,4	11,0	8,4
Субтропические леса	5,3	382,0	202,5	16,4	8,7
Влажные тропические леса	10,3	581,0	598,5	27,8	28,6
Саванна, чапарель	6,2	68,0	42,2	9,1	5,6
Степи, прерии	2,8	10,0	2,8	6,0	1,7
Пустыни	22,7	2,1	4,8	1,6	3,6
Пашня, обрабатываемые земли	15,1	9,7	14,6	6,7	10,1
Освоенные и окультуренные пастбища	26,3	8,9	23,4	6,8	18,1
Воды суши	2,4	0,3	0,1	0,7	0,2
Сооружения, дороги, горные выработки	9,8	–	–	–	–
Полярные и горные льды	17,2	–	–	–	–
Итого для всей суши	148,9	1352,2		102,2	
Океан	361,1	7,8		(36)	
Всего	510,0	1360,0		(138,2)	

Источник: Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998. С.97.

понятными становятся предостережения экологов против дальнейшего сведения лесов. Однако в ближайшие полвека человечество должно еще раз удвоиться. Возможно ли обеспечить всех продовольствием? Вопрос не прост, если учесть, что и в наши дни не менее 1 млрд людей на планете постоянно недоедает [37].

Для того чтобы ответить на этот вопрос, можно просто учесть динамику производства зерновых в мире за последние 50 лет (рис. 1–5). В 1950 г. мировое производство зерна составило 631 млн т, а в 2000 г. – около 2 млрд т, увеличившись за полвека в 3 раза. При этом посевные площади возросли не столь уж значительно – с 587 до почти 700 млн га (рис. 1–4), но зато общая площадь орошаемых земель увеличилась в 3 раза, объем вносимых минеральных удобрений – в 10 раз, а урожайность зерновых примерно в 2,5 раза [29]. Получается, что на практике сельское хозяйство справилось с задачей обеспечения продовольствием растущего человечества. Ведь за это время народонаселение мира более чем удвоилось, а продукция зерновых на душу населения не снижалась, составляя примерно 300 кг на человека в год. Правда, распределялись эти пищевые ресурсы неравномерно. В развитых странах рацион изобилует животными продуктами, а в развивающихся странах он в основном растительный. На откорм домашнего скота уходит примерно 40 % зерна [47].

Стоит напомнить в этой связи, что по экологическим законам первичная (растительная) продукция превышает вторичную (животную) в несколько раз, а в общем случае – десятикратно (см. любой учебник экологии). Поэтому на производство 1 кг телятины требуется около 10 кг растительной продукции. Следовательно, та часть человечества, которая в изобилии потребляет животные продукты, автоматически использует большую площадь сельскохозяйственных угодий на душу населения (не говоря уж об энергетической стороне затрат) по сравнению с теми, кто преимущественно питается растительной пищей.

Различные теоретические расчеты возможности обеспечения продовольствием растущего человечества проводили за последние полвека многократно. Сложные, но более точные выкладки с учетом продуктивности разных типов экосистем и природно-климатических особенностей позволяли ориентировочно определить суммарную продуктивность биосферы [27]. Однако при этом трудно установить возможную долю изъятия дополнительной продукции на нужды человечества, потому что мы не знаем достоверно предела, далее которого может произойти нарушение природного равновесия вследствие замещения естественных экосистем агроценозами.

Другие расчеты исходили из возможностей совершенствования агротехнологий, мелиорации земель, повышения их плодородия, снижения потерь, увеличения эффективности борьбы с вредителями сельскохозяйственной продукции. Одна из первых подобных качественных оценок была сделана в 1968 г. Н.В. Тимофеевым-Ресовским [32]. Его расчет позволил предположить, что на основе более полного использования достижений научно-технического прогресса возможно прокормить около 10 млрд человек.

Н.В. Тимофеев-Ресовский видел следующие направления решения продовольственной проблемы за счет более эффективного использования возможностей биосферы:

- 1) подбор видов растений, способных в наибольшей степени использовать при фотосинтезе солнечную энергию;
- 2) искусственное повышение плотности зеленого покрова Земли;
- 3) повышение продуктивности естественных экосистем и агроценозов, за счет увеличивая продуктивности гигантского круговорота в биосфере;
- 4) изучение, а затем и владение механизмами природного равновесия круговорота веществ для повышения его эффективности;
- 5) контроль и использование веществ, надолго выходящих из круговорота (сапрпель на дне водоемов и др.).

Прекрасно понимая опасность антропогенного вмешательства в биосферное равновесие, Н.В. Тимофеев-Ресовский предупреждал, что небрежное потребительское отношение к биосфере будет означать не только подрыв пищевых и сырьевых ресурсов человечества, но и подрыв газового и водного баланса, целиком зависящего от правильной работы биосферы.

К наиболее оптимистичным выводам приходили футурологи в середине XX века, не принимавшие в расчет биосферного равновесия, а лишь представлявшие будущее с технократических позиций. Они предлагали кардинально повысить продуктивность экосистем на всей суше и максимально использовать биологические ресурсы Мирового океана. Тогда потенциальные пределы численности человечества оценивали в 83 млрд человек и более [12]. Не прошло и нескольких десятилетий, как абсурдность подобных построений стала очевидной.

Попробуем поэтому провести расчет другим способом. Возьмем за основу одну из современных благополучных крупных стран, которая полностью удовлетворяет свои продовольственные потребности, и попытаемся экстраполировать ее достижения на всю площадь сельскохозяйственных угодий мира. Например, США с населением 268 млн чел (на 1997 г.) полностью удовлетворяет свои продовольственные потребности, эксплуатируя сельскохозяйственные угодья общей площадью 384 млн га [43]. При этом США еще экспортирует примерно 1/4 часть своей сельскохозяйственной продукции. Поэтому на внутренние потребности в 1997 г. использовалось фактически лишь 3/4 площадей всех сельскохозяйственных угодий США. Другими словами на душу населения в США приходится примерно 1 га разнообразных сельскохозяйственных угодий. Этого оказывается достаточно для того, чтобы в благоприятных природно-климатических условиях при использовании самых совершенных агротехнологий полностью обеспечить население продовольствием.

Экстраполируя эти данные по продуктивности самых благополучных сельскохозяйственных угодий на территорию, используемую всем человечеством для сельского хозяйства, т.е. 4 846 млн га, мы получаем, что по меркам США можно прокормить не более 4 846 млн человек, а вовсе не 6 млрд уже сейчас населяющих планету. Понятно, что предложенная экстраполяция неправомерна, т.к. значительная часть общемировых сельскохозяйственных угодий расположена не в столь благоприятных условиях, и к тому же не так много стран способны экономически обеспечить свое сельское хозяйство удобрениями, техникой, топливом, селекционными сортами. Следовательно, предложенный расчет явно завышен и даже 4,8 млрд человек сейчас невозможно прокормить на Земле по меркам развитых стран. Этот верхний предел благополучного решения продовольственной задачи вряд ли изменится в мире в ближайшие десятилетия. Можно ожидать, что все больше небогатых стран получат со временем возможность модернизировать свое сельское хозяйство и приблизиться по продуктивности угодий к развитым странам. Но и это прекрасное ожидание не решит проблемы обеспечения продовольствием народонаселения численностью свыше 10 млрд человек. Поэтому и в будущем сохранится разрыв в рационе между богатыми и бедными странами. В богатых странах удастся получить продукты в избытке, частично экспортировать их в другие регионы мира, небольшую часть отдавать в виде гуманитарной помощи, а иногда и просто уничтожать излишки, как это происходит сейчас в Европе в связи с эпидемиями скота. Бедные же страны смогут накормить свое население в основном растительными продуктами: рисом, маисом, картофелем.

Отсюда неизбежность попыток интенсификации сельского хозяйства. 40 лет назад стали применять высокие дозы минеральных удобрений для повышения урожайности и ядохимикаты для сохранения урожаев. Сейчас к этим агротехническим приемам добавляется биотехнология, с помощью которой выводят сорта с искусственно включенными генами, кодирующими желательные признаки, в том числе высокую урожайность, засухо- или влагоустойчивость и другие не менее важные свойства.

С негативными последствиями химизации сельского хозяйства человечество уже знакомо. Возможные неблагоприятные или даже опасные последствия употребления генетически модифицированных продуктов питания нам пока еще не известны. Тем не менее вряд ли сейчас найдется другой способ, с помощью которого можно было бы накормить все возрастающее население планеты, если не замахиваться на практически полное уничтожение оставшихся естественных наземных экосистем.

Надежда на огромные пищевые ресурсы Мирового океана, пропорциональные поверхности планеты, занятой им, оказались несостоятельными. Большая часть Мирового океана по своей продуктивности похожа на пустыни. Основу первичной продукции в морях составляет фитопланктон – не видимые глазом одноклеточные водоросли. Они могут расти и размножаться только в поверхностном слое воды до глубины, на которую доходит солнечный свет. Это не более 200 м. Однако здесь мало минеральных веществ, необходимых для жизнедеятельности. Мертвые органические вещества постепенно оседают на дно, минерализуются и оказываются вне зоны фотосинтеза. Только на мелководьях, да в местах подъема глубинных вод, где имеются и минеральные вещества, и солнечный свет, создаются благоприятные условия для массового роста и размножения фитопланктона. Поэтому продуктивность Мирового океана оказалась намного ниже предполагаемой в середине XX века. По расчетам специалистов допустимый предел годового улова рыбы в Мировом океане с учетом их места в пищевых цепях не должен превышать 90 млн тонн [23], что в два с лишним раза меньше, чем производство животного белка в агрохозяйствах на суше.

К настоящему времени рыбные ресурсы Мирового океана используются практически полностью (около 90 млн тонн в год) [49]. Дальнейшее увеличение вылова рыбы грозит уничтожением основных промысловых видов. В последние десятилетия увлеклись разведением водных беспозвоночных и водорослей в морских и пресноводных хозяйствах. Их доля в общем улове быстро возрастает и уже сейчас составляет более 1/4 (рис. 1–8), однако ясно, что это не основной путь решения продовольственной проблемы.

Мы видим, что человечество уже в наши дни подошло к пределу возможностей биосферы обеспечить людей продуктами питания в соответствии с желаемым рационом. Обширное сельское хозяйство оказывается главным врагом естественных экосистем. Стремясь решить продовольственную проблему, человечество оказывает сильное влияние на живую природу, сокращает пространства, занятые естественными экосистемами, тем самым косвенно уничтожая

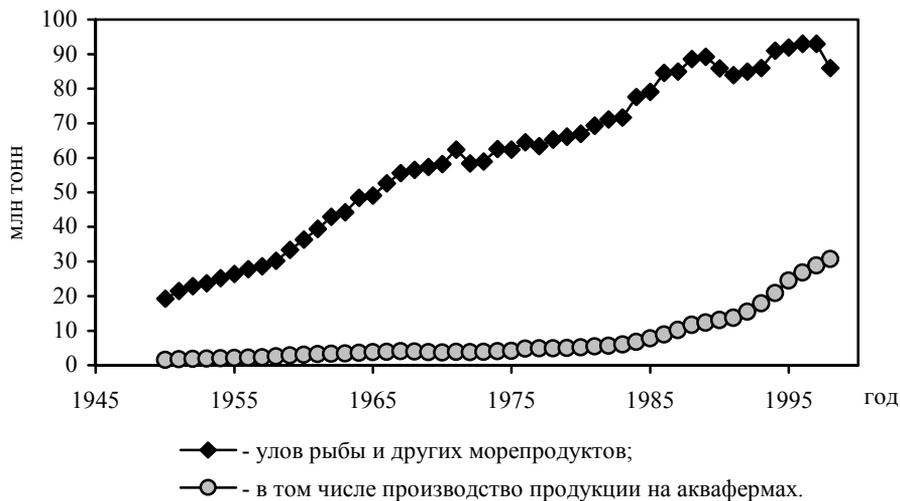


Рис. 1–8. Динамика улова рыбы и производства продукции на аквафермах в мире с 1950 по 1998 гг.

Источники: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

множество видов и нарушая естественные процессы саморегуляции стабильности биосферы. Оценивая резервы площади и продуктивности агроценозов, мы должны признать, что уже сейчас искусственные экосистемы оказываются сопоставимыми по масштабу с естественными. Следовательно, функции агроценозов должны быть расширены с учетом задач не только производства продуктов питания, но и сохранения биосферных регуляций.

ИСТОЩЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Минерально-сырьевые и энергетические ресурсы намного превосходят по массе живую природу. Одного только угля в мире не менее 10^{13} т [25], в то время как все живое вещество суши и океана оценивается в $1,8 \times 10^{12}$ т [27]. В течение последнего века из недр земли было извлечено до 85–90 % добытых за всю историю человечества угля, черных и цветных металлов. Несмотря на то, что человечество беспрестанно увеличивает ежегодную добычу полезных ископаемых, угроза их полного исчерпания не является главной проблемой. По мере использования одних месторождений открывают следующие, и соотношение между добычей и резервом главных в экономике ресурсов остается в течение десятилетий достаточно постоянным (рис. 1–9). На протяжении последних 50 лет неоднократно прогнозировали скорое истощение тех или иных полезных

ископаемых. В одном из наиболее основательных прогнозов, составленных в 1980 г. по специальному заказу Президента США, были приведены следующие данные относительно имеющихся в мире резервов основных минеральных ресурсов: железной руды должно хватить до 2070–2180 гг., алюминия – до 2060–2110 гг., меди – до 2010–2100 гг., свинца – 2005–2030 гг., урана – до 1988–1994 гг. [38].

В *таблице 1–5* представлены любопытные сведения о том, как менялись прогнозы относительно мировых запасов горючих ископаемых. По мере увеличения добычи нефти и газа оказывалось, что разведанных к этому времени резервов становилось больше, а не меньше. К настоящему времени разведка новых месторождений успевают восполнить истощение старых, правда, открываемые месторождения чаще всего расположены в менее удобных для добычи и переработки местах – например, на шельфе Мирового океана и в отдаленных приполярных регионах.

Дело, собственно говоря, не столько в непосредственном дефиците или даже исчерпании какого-либо ресурса, а в экономических и экологических последствиях дальнейшего наращивания ежегодной добычи полезных ископаемых.

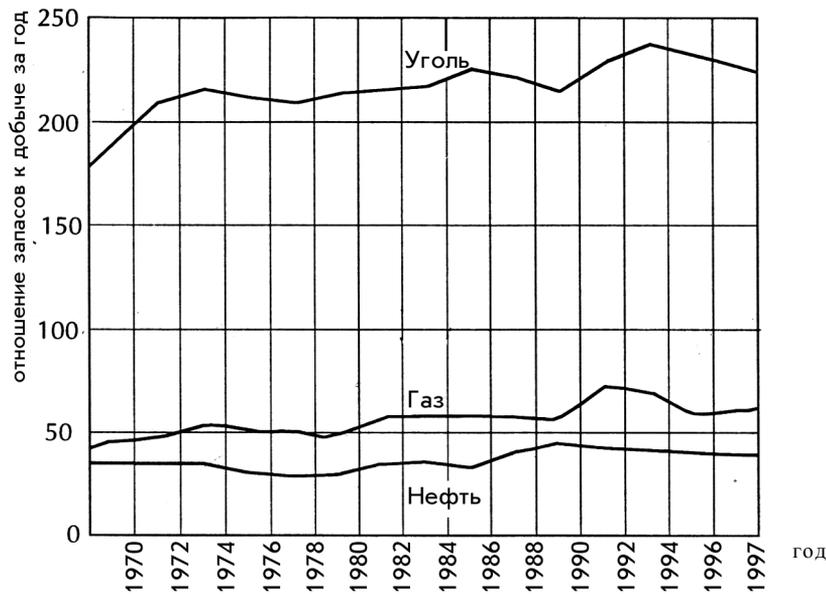


Рис. 1–9. Соотношение между запасом разведанных месторождений и ежегодной добычей минерального сырья в течение 30 лет почти не меняется

Источник: Umberto Colombo Energy and Sustainable Development // Fifth TERI Foundation Day Lecture. Tata Energy Institute, 1998. 44 p.

Годовая добыча и срок исчерпания запасов нефти, угля и газа (1970 и 1989 гг.)

Вид топлива	1970	1989
Нефть		
Годовая добыча, млрд баррелей ¹	16,7	21,4
Срок исчерпания, лет	31	41
Уголь		
Годовая добыча, млрд т	2,2	5,2
Срок исчерпания, лет	2300	326 (антрацит) 434 (битуминозный)
Газ		
Годовая добыча, трлн куб. футов ²	30	68
Срок исчерпания, лет	38	60

1 – 1 баррель = 158,987 л = 0,159 м³;

2 – 1 куб. фут = 28,3169 л.

Источник: Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1994. 304 с.

По мере истощения наиболее богатых и удобно расположенных месторождений приходится использовать все более бедные или отдаленные месторождения. Например, в США с 1906 по 1990 гг. среднее содержание меди в добываемой руде сократилось с 2–2,5 % до 0,7 % [22]. Это значит, что: а) приходится извлекать пропорционально больше породы для получения того же конечного продукта; б) затрачивать больше энергии для добычи, перевозки и обогащения руды и в) подвергать большому риску загрязнения окружающую среду в процессе переработки сырья.

Добыча и переработка полезных ископаемых связана с перемещением огромных масс породы и загрязнением окружающей среды. К нашему времени выемка породы для различных нужд (включая строительные) достигла во всем мире таких размеров, что ее можно образно представить в виде снятия ежегодно десятиметрового слоя земли с поверхности большой европейской страны, такой, как Италия. При добыче полезных ископаемых открытым способом образуются гигантские карьеры. Только лишь в России средняя глубина железорудных карьеров достигла к концу века 200 м, а количество учтенных отходов горной промышленности превышает 36 млрд тонн [9, 30]. Эти гигантские «язвы» на поверхности планеты и рукотворные горы – одно из ярких свидетельств возросшей мощи человечества, уже способного менять облик планеты.

При переработке и обогащении минерального сырья удается извлечь далеко не все необходимые вещества. К тому же в руде содержится множество сопутствующих веществ, не имеющих коммерческой ценности. Поэтому отвалы представляют собой мощный источник загрязнения окружающей среды подчас весьма токсичными соединениями. Все вместе – и прямое уничтожение естественных

экосистем при открытой разработке полезных ископаемых, и обширное загрязнение огромных территорий и акваторий - оказывается третьим по значению после сельского хозяйства и урбанизации фактором антропогенной деградации природных сообществ.

Нельзя сказать, что человечество поставило себя к концу XX века на грань выживания из-за истощения минерально-сырьевых ресурсов. Однако столь же очевидно, что любые невозобновимые ресурсы на Земле исчерпаемы, если не в ближайшие годы, то в последующий период развития. Представленный в 1972 г. Римскому клубу знаменитый прогноз развития человечества, выполненный в виде количественной модели [21], предвещал начало катастрофического снижения добычи минерально-сырьевых ресурсов в начале XXI века (*рис. 1–10*). Вероятно, авторы ошиблись со сроками кризиса, но отменить его при нынешнем продолжении наращивания темпов экономического развития и потребления невозможно.

Важнее, чем определение времени до начала глобального кризиса минерально-сырьевых ресурсов, оценка масштаба антропогенного воздействия в области перемещения твердых веществ и потребления энергии в сравнении с природными процессами. Чем ближе человечество приближается в этом отношении к уровню биосферных процессов, тем выше риск нарушения природного равновесия. Существуют значительные расхождения в оценке общего объема извлекаемого во всем мире грунта. Они различаются примерно на порядок величин от 0,1 до 3 млрд тонн в год. Невысокая точность учета не оказывается препятствием для решения задачи качественного сравнения антропогенных процессов с естественными. Ежегодно всеми реками выносятся в Мировой океан более 20,3 млрд тонн взвешенных в воде веществ, из коих: 15,3 млрд тонн собственно взвешенные частицы, 4 млрд тонн растворенных в воде веществ и 1 млрд тонн крупнозернистого подстилающего материала [42]. Следовательно, хозяйственная деятельность человечества только лишь в одной области добычи руды и стройматериалов оказывается всего на 1–2 порядка меньше таких значительных естественных процессов, как вынос твердых веществ речным стоком. В то же время поступление веществ из недр Земли в результате вулканической активности и просачивания из мантии оцениваются в 10 млн тонн в год, т.е. на 2–3 порядка величин меньше, чем извлекаемая людьми порода [2, С.270].

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ

Сравнение антропогенных и естественных потоков энергии дает похожие результаты. В настоящее время человечество, сжигая все виды ископаемого топлива, вырабатывает приблизительно $8,7 \times 10^{16}$ ккал/год [48, С.332], что всего в 5000 раз меньше суммарного количества солнечной энергии, поступающей к верхней границе атмосферы Земли за год – $4,2585 \times 10^{20}$ ккал/год [5, С. 71–73]. За 100 последних лет потребление энергии человечеством увеличилось в 10 раз. Значит, при сохранении современных темпов роста энергопотребления не так много времени потребуется в будущем для приближения к значениям получаемой нашей планетой от Солнца энергии, которая определяет важнейшие процессы в биосфере.

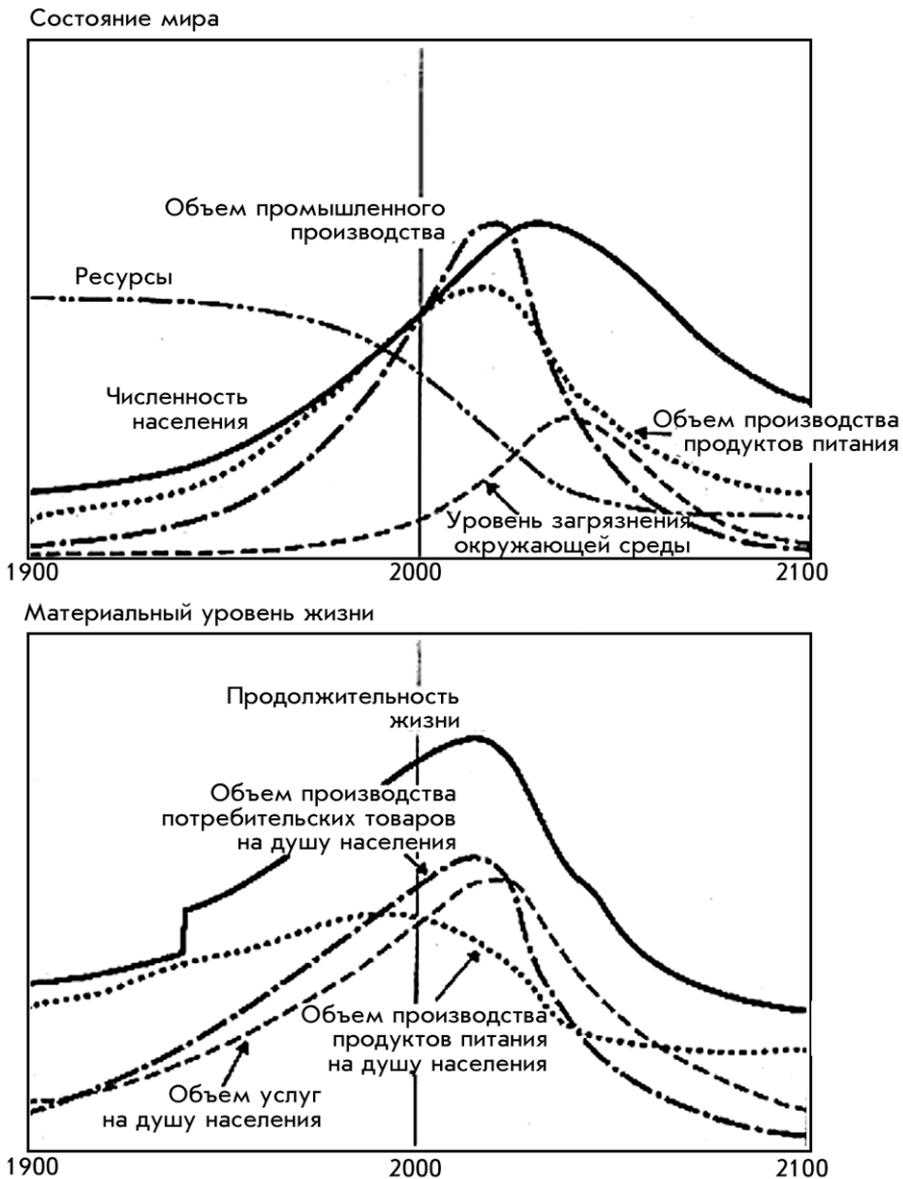


Рис. 1–10. Стандартный сценарий развития человечества – результат моделирования, представленный в качестве исходного в Докладе Римскому клубу в книге «Пределы роста» в 1972 г.

Источник: Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рандерс Й. За пределами роста. Учебное пособие. М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1994. С.153.

Один из исследователей – В.Г. Горшков [7, С.19] считает, что биосфера уже вышла из своего устойчивого состояния, что другого устойчивого состояния (с иными характеристиками) у нее не существует, хотя при сокращении антропогенного влияния на порядок величин биосфера еще может вернуться в свое прежнее состояние. Его выводы основаны на следующих расчетах. В естественных экосистемах 99 % всей первичной продукции потребляют низшие организмы и лишь 1 % приходится на долю позвоночных, к которым относится и человек. На этом основано равновесие круговорота углерода в природе, с которым связан и ряд других химических элементов неорганического происхождения. Равновесие между связыванием и освобождением углерода поддерживалось на Земле с большой точностью. Экспансия человечества и сокращение естественных экосистем приводит к разбалансировке углеродного цикла, а вслед за ним и к снижению стабильности концентрации ряда других химических веществ. Одним из первых признаков этого процесса может быть изменение климата вследствие парникового эффекта [2, 8].

В том-то и опасность, порождаемая современным развитием человечества, что по масштабу освоенных вещественно-энергетических потоков Мировое сообщество сопоставимо с гигантским природным круговоротом. Не владея достаточными знаниями относительно механизмов природного равновесия биосферных параметров, мы можем нечаянно нарушить это равновесие и не быть способными его восстановить.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Возможность быстрого изменения климата на Земле вызывает сейчас наибольшую тревогу. В течение XX века среднегодовая температура воздуха повышалась неравномерно (*рис. 1–11*). Значительный рост температуры (примерно на 0,4°C) произошел всего за 40 лет к середине века. Потепление началось еще в середине XIX века, но проявилось лишь к началу XX века в виде отступления ледников, лучшей проходимости Северного морского пути и потепления климата в Арктике, в связи с чем необычайно возрос интерес к исследованию Северного Ледовитого океана. Если в начале XX века средняя приповерхностная температура была около 13,7°C, то к 1940–1945 гг. она поднялась до 14,1°C. В 1930-х годах зимние температуры воздуха в Гренландии повысились на 5°C, а на Шпицбергене даже на 8–9°C [24, 33]. Продолжительность ледовой блокады берегов Исландии сократилось с 20 недель в конце XIX века до 2 недель в 1920–1939 гг. На Кавказе за это время общая площадь оледенения сократилась на 10 %. В то же время одна из самых суровых зим на территории России была в 1941–1942 гг. (*см. статью Разуваева В.Н. в данном ежегоднике*).

Некоторое похолодание наметилось после 1945 г., но на фоне межгодовых значительных осцилляций оно было плохо выражено. Однако бесспорно, что с 1950 по 1980 гг. средняя температура не повышалась. Затем начался очередной этап потепления климата, который продолжается и по настоящее время. Средняя приповерхностная температура Земли повысилась за это время еще на

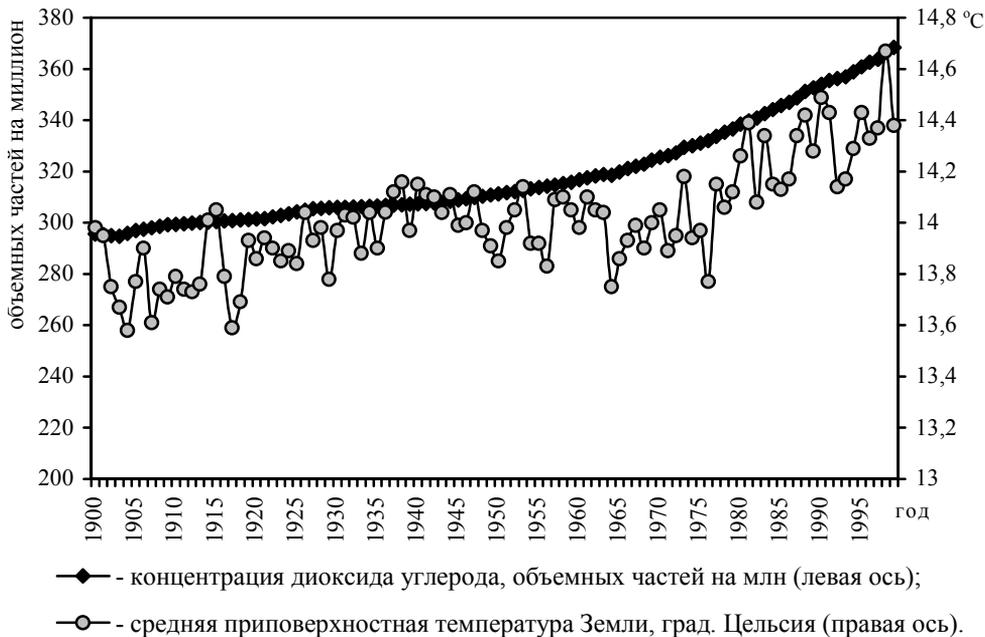


Рис. 1–11. Ход изменения приповерхностной температуры Земли и концентрации CO₂ в атмосфере Земли

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

0,3°C. Всего за 100 лет средняя температура у поверхности Земли возросла примерно на 0,7–0,8°C.

Глобальное потепление климата на Земле ученые вслед за С. Аррениусом (XIX век) связывали с парниковым эффектом, зависящим в значительной мере от содержания паров воды и углекислого газа в атмосфере. Азот и кислород, составляющие 99 % атмосферы, почти не задерживают инфракрасного излучения, исходящего от нагретой поверхности Земли. Зато пары воды и углекислый газ задерживают вместе 84 % этого излучения, способствуя нагреву нижних слоев атмосферы. Не так давно было установлено, что рост концентрации углекислого газа в атмосфере начался примерно с 1800 г. и продолжается до наших дней. На протяжении многих веков второго тысячелетия уровень CO₂ оставался достаточно стабильным (рис. 1–12), но за последние 200 лет, возрастает непрерывно. К 1900 г. концентрация CO₂ в атмосфере достигла значения 295, а в 1999 г. – 368 объемных частей на миллион. Следовательно, за 100 лет углекислого газа стало на 1/4 больше.

Полагали, что одна из главных причин этого – все возрастающее потребление человечеством органического топлива: угля, нефти, природного газа, наряду с традиционным источником тепла – древесиной (рис. 1–13; таб. 1–2). С ними

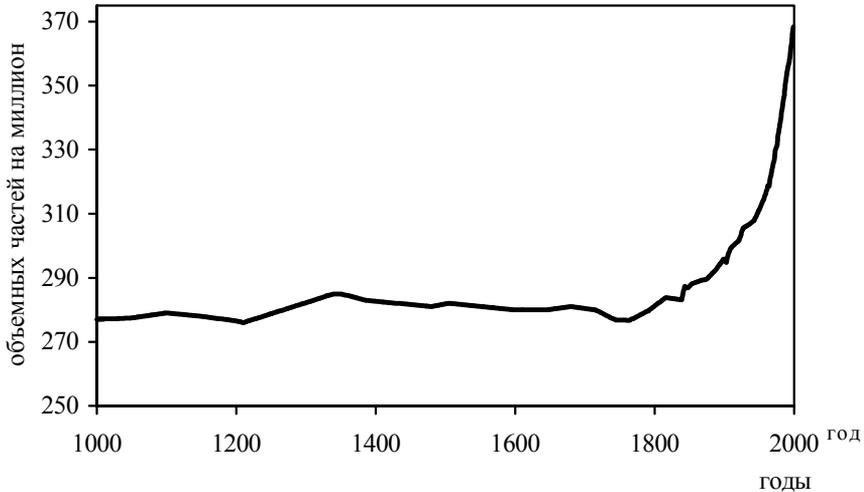


Рис. 1–12. Изменение концентрации CO₂ в атмосфере Земли с 1000 по 1999 гг. (в объемных частях на миллион)

Источник: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000

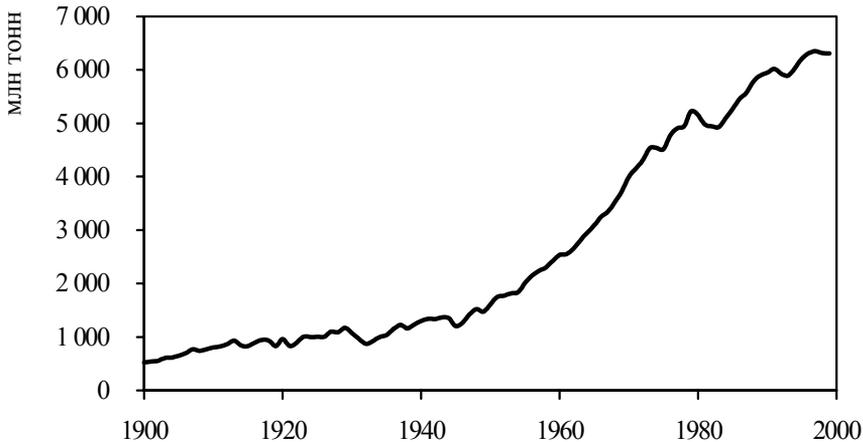


Рис. 1–13. Выбросы CO₂ во всем мире в результате сжигания органического топлива с 1900 по 1999 гг. (млн т в год)

Источники: Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.

в атмосферу поступает примерно 11 Гт углерода в год. Это значительная величина, если сравнить ее с круговоротом углерода между биотой и атмосферой (50 Гт/год) или между атмосферой и океаном (10 Гт/год). Однако есть и другие источники поступления CO_2 в атмосферу, например, уменьшение растворимости CO_2 при хотя бы незначительном повышении температуры поверхностного слоя Мирового океана. Достаточно сказать, что 98 % несвязанного углерода биосферы сосредоточено в растворенном виде в океане и лишь малая часть в атмосфере. Любые изменения в динамическом равновесии между растворенной и газообразной частями CO_2 могут привести к значительным колебаниям газа, имеющего парниковые свойства. В самой гидросфере сосредоточен огромный запас углерода (порядка 4×10^4 Гт). Поэтому постоянство концентрации углекислого газа в атмосфере зависит от буферных свойств океана.

Благодаря новым методам изучения палеоклимата по анализу содержания дейтерия и соотношения изотопов $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ послойно в кернах глубокого бурения во льдах Антарктиды [35] и Гренландии было установлено, что кривые концентрации углекислого газа и температуры тесно коррелируют за 160000 лет – огромный по продолжительности период времени по масштабам цивилизации. Однако сравнение температурной кривой с динамикой возрастания концентрации углекислого газа за последние 100 лет прямых инструментальных измерений (рис. 1–11) заставило усомниться в том, что глобальное потепление напрямую вызывается именно парниковым эффектом. Корреляция между ними представляется недостаточно очевидной [31]. Предложен целый ряд разнообразных альтернативных гипотез (см. обзор в журнале «Экология и жизнь», 2001, №1).

Тем не менее теперь уже мало сомнений относительно происходящего у нас на глазах быстрого потепления климата, последствия которого могут быть весьма разрушительными. В третьем докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (Шанхай, 2001) приведены последние данные относительного того, что только за последние десятилетие XX века толщина льдов в Северном Ледовитом океане уменьшилась на 40 % [44]. В среднем за 46 лет (с 1953 по 1998 гг.) наблюдалась уменьшение ледового покрова в Арктике на 190 тыс. км² за десять лет, причем скорость сокращения покрытой льдами акватории со временем возрастала и в период с 1978 по 1996 гг., судя по данным спутникового сканирования, составила 34300 км²/год. Ледники на суше также сокращаются. За 100 лет в Альпах ледники уменьшились в объеме наполовину. Такие же данные и для Кавказа. На горе Килиманджаро за это время ледники уменьшились на 73 % [45]. Таяние льдов и прогрев поверхностного слоя воды приводит к повышению уровня Мирового океана, достигшего за прошедшие 100 лет не менее 10 см [17], причем 6 см в результате увеличения средней температуры поверхностного слоя воды и 4 см за счет таяния льдов [45]. В ближайшие десятилетия по прогнозам специалистов этот процесс должен усилиться и к 2100 г. прогнозируется подъем уровня океана на 88 см [44]. Под водой могут оказаться огромные и наиболее продуктивные территории дельт рек, низин, маршей. Особенно пострадает густонаселенный Бангладеш, красочная Мальдивская республика, расположенная на атоллах Индийского океа-

на, еще сложнее станет защищать высокими дамбами предельно используемые земли Голландии, уже сейчас частично находящиеся ниже уровня моря.

В историческом масштабе происходящее повышение уровня Мирового океана незначительно. Известно, что даже на протяжении последних 7000 лет уровень океанов повышался и понижался более, чем на 2 м. В последнюю ледниковую эпоху – всего 20–30 тыс. лет назад – уровень был ниже современного на 130 м. Обсуждаемое повышение уровня океана на несколько дециметров кажется в этой связи слишком ничтожным. Однако, учитывая то обстоятельство, что большая часть человечества обитает вблизи океанов и морей, легко понять, сколь чувствительна глобальная экономика к быстрому изменению уровня Мирового океана.

Не надо думать, что происходящие в наше время природные катаклизмы беспрецедентны. В недалекой истории человечества многократно наступали катастрофические погодные периоды. Из письменных источников были собраны и систематизированы данные, позволяющие почти год за годом проследить метеорологические экстремумы, засухи, наводнения, бури, недороды, голод и эпидемии в Европе на протяжении 2000 лет – с IV века до н.э. по XVI век н.э. включительно. За это время в летописях Западной Европы отмечено 905 экстремальных лет, в том числе 456 голодных лет, а повсеместный голод 263 раза. Следовательно: каждый второй год бывает неблагоприятным (если учитывать локальные катаклизмы, происходящие на большой территории), а каждый девятый столь неблагоприятным, что вызывал бедствие в международном масштабе. В Восточной Европе за тот же срок отмечено 794 экстремальных, из них 434 голодных лет, повсеместный недород и голод был 215 лет. Неблагоприятные года не распределены равномерно. Бывали периоды благополучные, которые иногда продолжались десятилетиями, как, например, в течение V–VII веков, а бывали «черные» периоды, когда природные бедствия следовали друг за другом, например в XII, XIV, XV, XVI веках [4].

Некоторые природные катаклизмы были поистине чудовищными. Так, например, в начале нашей эры в 70 г. была такая сильная засуха в Германии, что корабли не могли проплыть по Рейну. Римляне установили военные посты, чтобы воспрепятствовать германским воинам переходить реку вброд. В 400/401 г. зима была настолько сурова, что замерзло все Черное море. Лед сохранялся 20 дней. В дальнейшем Черное море замерзало в 764, 776 и 800 гг. Зимой 860 г. замерзло даже Адриатическое море, так что в Венецию можно было ходить пешком. В 37 г. северное сияние было видно по всей Европе. По свидетельству Сенеки, римляне, увидев красное сияние, решили, что горит вся колония Остия. Кстати, спустя почти 2000 лет – 25 января 1938 г. было аналогичное явление, при этом жители некоторых южноевропейских городов вызвали пожарные команды. Таких примеров можно приводить множество [4].

Совершенно очевидно, что подобные природные катаклизмы нельзя связывать с антропогенным воздействием, которое было слишком незначительным в доиндустриальный период эволюции человечества. Однако важным отличием происшедших в исторические времена природных катастроф от будущих ока-

зывается их обратимость – по прошествии нескольких лет или десятилетий погода нормализовалась, климат в целом оставался прежним. Кроме того, природные катастрофы были преимущественно локальными и редко происходили одновременно во всех частях света, за исключением глобальных климатических перестроек при смене эпох.

Как показали современные исследования палеотемператур в ядрах антарктического и гренландского льда, потепление климата, сменившее последний Ледниковый период, произошло очень быстро: всего за несколько десятилетий. Считается, что такое возможно при изменении характера циркуляции вод в океане. Уже высказана гипотеза, согласно которой таяние льдов в Северном Ледовитом океане и Гренландии может через небольшое поверхностное опреснение воды привести к изменению глобальной океанической циркуляции с последующим быстрым наступлением очередного «ледникового периода». Хроника ледовой летописи палеотемператур свидетельствует, что такое уже было и остановка океанического «конвейера» приводила к похолоданию на 7°C [36,45,46]. Аналогичные соображения были высказаны совсем недавно и относительно изменения характера течений вблизи Антарктиды, что также может привести к похолоданию [15]. Имеются и другие аргументированные соображения относительно скорого глобального похолодания, а не потепления [18,19]. Остановимся, однако, на признаваемой большинством специалистов гипотезе изменения климата в сторону потепления.

Если обсуждаемые в настоящее время гипотезы окажутся справедливыми, то это будет означать, что обнаружен один из механизмов быстрого изменения глобального климата, подтверждающий высказанные в середине XX века сооб-

Альтернативная гипотеза близкого похолодания климата основана на следующих соображениях. В то время как суммарный парниковый эффект может стать причиной некоторого потепления климата, другие процессы будут способствовать похолоданию. В результате загрязнения атмосферы в ней возрастают концентрации не только парниковых газов, но и аэрозолей, что увеличивает отражение солнечного света в тропосфере и уменьшение прогрева приземных слоев атмосферы. Пик солнечной активности продлится до 2010 г., а далее пойдет на спад. Предполагается, что существует некоторая обратная связь между интенсивностью солнечной активности и интенсивностью извержения вулканов: по мере снижения солнечной активности может возрастать вулканическая, что, уменьшая прозрачность атмосферы, приводит к похолоданию. В результате закономерного изменения параметров орбиты Земли температура должна снижаться дополнительно на 0,04°C в столетие.

Источник: Клименко А.В., Клименко В.В. Виновато ли человечество в глобальном изменении климата? // Россия в окружающем мире: 1998 (Аналитический ежегодник). М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С.53–66.

ражения относительно возможности лавинообразных перестроек в такой сложной системе, как биосфера, в связи с переходом ее из одного устойчивого состояния в другое.

Даже скромное потепление климата в пределах 1–2°C приведет к огромным материальным затратам на предотвращение губительных последствий и компенсацию ущерба. Изменения климата выразятся в усилении засух и расширении пустынь в одних регионах и возрастанию осадков и наводнений в других. Последние годы дают достаточно примеров подобных локальных катаклизмов. Общее количество природных катастроф, являющихся следствием меняющегося климата, за последние полвека значительно возросло (рис. 1–14). По оценкам экспертов XXI-й сессии программы ООН по окружающей среде, потепление климата может принести миру ущерб в 300 млрд долл. в год [14].

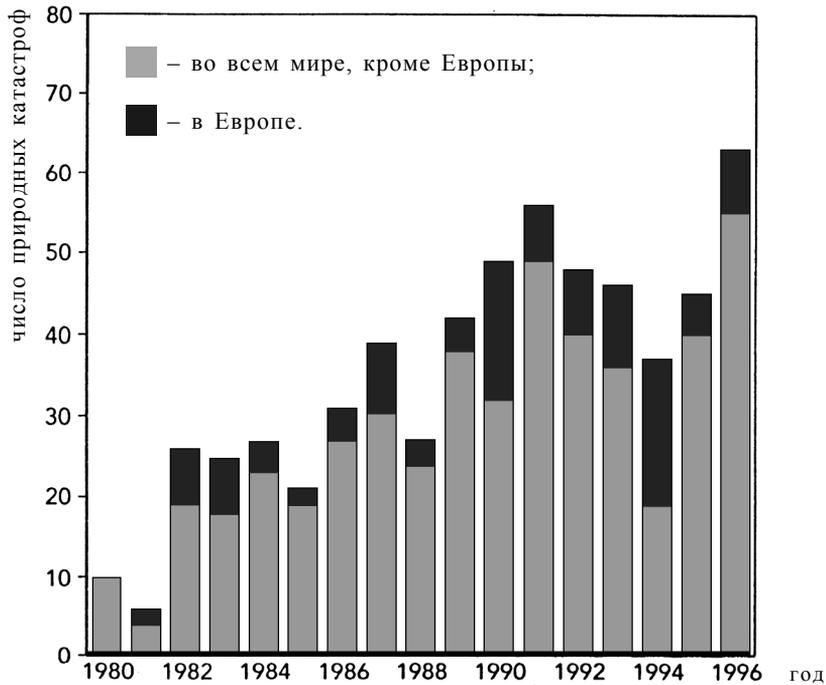


Рис. 1–14. Динамика числа природных катастроф (ураганов и наводнений) в мире с 1980 по 1996 гг.

Источник: Europe's Environment: The Second Assessment. Data pocketbook. European Environment Agency, 1998. P. 30–31.

Уже в наше время ущерб от природных катастроф грандиозен [45]. По данным одного из крупнейших концернов-страховщиков мира «Muenchener Rueck», в 1999 г. экономический ущерб от природных катастроф (включающих также и землетрясения) составил около 100 млрд долл., хотя в следующем – 2000 г. ущерб был в три раза меньшим, т.к. природные катастрофы в большей мере затронули малонаселенные регионы мира [26].

От раза к разу усиливается продолжительность и сила такого гигантского природного явления, как «Эль-Ниньо» [28], которое отражает происходящие изменения в климатической системе планеты. Ежегодно около 6 млн га продуктивных угодий теряются в результате опустынивания и еще 21 млн га становятся столь малопродуктивными, что их перестают использовать в сельском хозяйстве. К 2000 г. опустынивание затронуло жизнь около 1,2 млрд людей [40, С.53]. За последние полвека опустыниванию подверглись территории, эквивалентные по суммарной площади половине Южной Америки (около 9 млн км²) [3].

Если в одних регионах недостает дождей, то в других их стало слишком много, что характерно для прогнозируемого глобального изменения климата. Наводнения, тайфуны и цунами значительно усилились за последние 20 лет (рис. 1–14). В усилении контраста погоды между регионами мира и увеличении амплитуды «зашкаливания» погоды – одно из главных негативных последствий потепления климата.

Другое, не менее важное последствие состоит в том, что при быстром изменении условий существования, при нарушении привычной последовательности чередования времен года с их характерными погодными особенностями, многие виды не выживут и не успеют освоить отдаленные районы, где, возможно, установится подходящий для них климат.

Поэтому изменение климата может привести к катастрофическому сокращению биологического разнообразия – исчезновению многих видов. По мнению авторов доклада международной организации Всемирный фонд дикой природы (World Wide Fund for Nature – WWF), в результате глобального потепления климата к концу XXI века вымрет треть существующих видов всего живого на планете. Повышенной угрозе подвергаются в первую очередь те виды, которые не способны к быстрым миграциям и приспособлены к достаточно узкой экологической нише. Прежде всего пострадают Исландия, северные районы Скандинавии, Канады и России (табл. 1–6) [41].

Снижение биологического разнообразия на фоне усиления доминирующей роли всего лишь одного вида – *Homo sapiens* – чревато нарушением фундаментальных процессов саморегуляции устойчивости биосферы.

Целостность экосистем является результатом длительной адаптации сообществ к существованию в достаточно стабильных (или закономерно меняющихся в пределах года) внешних условиях. Целостность экосистем проявляется более всего не в противодействии внешним отклоняющим воздействиям, а в сохранении динамического равновесия (своей структуры и характера функционирования) при стабильных внешних условиях. Невыраженность саморазрушения и есть главная черта устойчивости экосистем и биосферы. Одним из важ-

**Уменьшение числа сухопутных видов обитателей Земли
к концу XXI века в результате потепления климата (прогноз)**

Страна	Потери, в % от числа видов, существующих в настоящее время
Исландия	81,6
Эстония	68,1
Киргизстан	67,9
Финляндия	67,9
Латвия	56,3
Россия	55,8
Македония	51,3
Швеция	50,6
Грузия	50,5
Канада	46,3
Северные территории Канады	64,1

*Источник: Malcolm Jay R., Markham A. Global Warming and Terrestrial Biodiversity Decline / Report prepared for WWF, august 2000.
(<http://panda.org/resources/publications/climate/speedkills/speedkills-wo.pdf>)*

ных механизмов такой устойчивости является дублирование, взаимозаменяемость и ограничение доминирующей роли каких-либо составляющих целого.

Равновесие и устойчивость биосферы обеспечиваются в части живой природы многочисленностью видов и сохранением паритета между ними – ничтожности роли каждого отдельного вида (каждой отдельной «силы»). На этом основаны природные регуляции устойчивости биосферы. В естественных экосистемах – как бы бедны они ни были – всегда имеется дублирование на всех уровнях организации. В каждом сообществе несколько десятков видов растений выполняет функцию продуцентов. За счет них живут также десятки видов животных, питающихся растительной пищей – первичных консументов. Такое же дублирование сохраняется и на более высоких трофических уровнях – среди хищников – консументов высших порядков и среди редуцентов, перерабатывающих падаль.

Дублирование проявляется в полной мере и на уровнях организации вида и популяции. Любой вид включает множество относительно самостоятельных популяций. Даже полное вымирание некоторых из них еще не подрывает существование вида – его ареал со временем снова может расшириться. Также и в каждой популяции имеется множество особей, способных к полной взаимозамене.

Дублирование на видовом уровне ограничивает роль каждого из видов в отдельности. Что бы ни произошло – увеличение численности вида или его вымирание – экосистема в целом пострадает незначительно и ненадолго. Опасность роковых сбоях в функционировании биосферы сведена к минимуму прежде всего за счет ограничения роли всех ее составляющих.

Ни один представитель живого не получал ранее решающего преимущества в сообществах (что не исключает наличия ряда доминирующих видов, особенно в бедных экосистемах). Слишком интенсивное размножение отдельных видов, происходящее время от времени (саранча, лемминги, эпидемии), приводило лишь к локальным катаклизмам, но не могло сказаться на состоянии биосферы в целом. Можно сказать, что устойчивость экосистем и биосферы в целом регулируется в природе сохранением «паритета ничтожности» между всеми членами сообщества. Это и есть извечный и главный природный способ сохранения устойчивости внутренних процессов при наличии стабильности среды обитания.

Сейчас ситуация в корне изменилась. Один из представителей живого – человек – стал исключением из правила. Этот вид размножился необычайно. Овладев дополнительными рычагами интенсификации природопользования, человечество теперь реально угрожает устойчивости биосферы. Человечество влияет на значительную часть энергопотоков, проходящих через биосферу. Если в начале XX века естественные экосистемы были нарушены на 20 % суши, то теперь на 63 % территории. Около 40 % первичной продукции суши потребляются ограниченным числом видов, культивируемых людьми для своих нужд [10].

Надеяться на всемогущество природы теперь уже нельзя. Природные механизмы недостаточны для сохранения биосферы, предотвращения ее разрушения изнутри. Естественные регуляции слепы – это «колебания маятника» с зашкаливанием по краям: для переключения процессов часто необходим катаклизм. Антропогенное регулирование – это предвидение катаклизмов, это своевременное снижение скорости процесса, это выбор между сиюминутной выгодой и долгосрочной устойчивостью. В этом истинный смысл «устойчивого развития». Современные идеологии должны базироваться на выборе между краткосрочной и долгосрочной выгодой в природопользовании.

УСИЛИЯ МИРОВОГО СООБЩЕСТВА ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ГЛОБАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

В первой половине XX века человечество еще не задумывалось всерьез о возможности глобального экологического кризиса. Идеи охраны природы уже утвердились среди наиболее культурной, но слишком малочисленной части человечества, однако они выражались, как правило, в стремлении сохранить уникальные участки природы. Эйфория научно-технических достижений охватила в то время весь мир. Казалось, что человечество наконец-то начинает вырываться из-под вечного гнета голода, эпидемий, стихийных бедствий, нищеты. Парадигма покорения природы была в то время всеобщей. Выход из всех проблем видели в развитии науки, техническом совершенствовании, а также в просвещении населения и в построении социально справедливого общества. Мир был в то время излишне самонадеян и оптимистичен.

Жестокие последствия технократизма и антропоцентризма проявились вначале не столько в опасной деградации окружающей среды (хотя примеров

этому было уже предостаточно), сколько в стремительном увеличении масштабов прямого уничтожения людей во время революций, войн и политических преследований. В Первую мировую войну погибло 26 млн человек, во Вторую – 53 млн, а если учесть и остальные войны XX века, то общее число жертв составляет примерно 110 млн человек, что превышает потери во всех войнах с зарождения цивилизации до 1900 г. (табл. 1–7). Еще больше, по мнению некоторых экспертов, в XX веке было истреблено людей в мирное время – 170 млн человек стало жертвами репрессий в разных государствах мира [13].

Ужасные последствия Второй мировой войны, использовавшей самые новые технологии поражения и разрушения, не остановили людей, хотя, вероятно, многих заставили задуматься относительно оборотной стороны технического прогресса. Гонка вооружения продолжилась с еще большей силой. Ядерное оружие в считанные годы стало реальностью. Возможность его применения во время Карибского кризиса в 1962 г. поставила мир на грань выживания. С тех пор, одновременно с продолжающейся «холодной войной», началось отрезвление, которое завершилось мирным процессом. Гипотеза «ядерной зимы», предложенная Ю. Саганом и разработанная группой Н.Н. Моисеева, впервые трансформировала страх перед прямым уничтожением от атомной бомбардировки в страх перед неизбежной гибелью всего человечества, осмелившегося воспользоваться сверхразрушительным оружием.

Последовавшие усилия двух противоборствующих лагерей по урегулированию мирным путем своих идеологических противоречий фактически являются важнейшей составляющей предотвращения глобального экологического кризиса. Одновременно во второй половине XX века оборотная сторона научно-технического могущества стала проявляться все сильнее в самых различных

Таблица 1–7

Число погибших в войнах на протяжении веков

Годы	Число погибших, млн	Число погибших на 1000 человек населения
0–1499	3,7	...
1500–1599	1,6	3,2
1600–1699	6,1	11,2
1700–1799	7,0	9,7
1800–1899	19,4	16,2
1900–1995	109,7	44,4
<i>В том числе:</i>		
Первая мировая война 1914–1918	26,0	...
Вторая мировая война 1939–1945	53,5	...

Источники: По: Реннер М. Прекращение вооруженных конфликтов // Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу / Пер. с англ. М.: Издательство «Весь Мир», 2000. С. 224–225.

направлениях: химическом и радиоактивном загрязнении, истощении природных ресурсов, опасности нарушения равновесия биосферных процессов.

Наступивший после Второй мировой войны подъем экономического развития позволил европейским государствам, участвовавшим в войне, в считанные годы восстановить свою экономику и продолжить развитие теми же темпами, а США возглавить эту гонку. Уже к середине 1950-х годов появились ясные признаки опасного загрязнения воды и воздуха. К концу десятилетия загрязнение в США стало бичом, а в течение 1960-х годов эта же участь постигла и Западную Европу. Одновременно возникли обоснованные опасения относительно достаточности ресурсов как невозобновимых (нефть), так и возобновимых (пресная вода). В течение 1960-х годов Мировое сообщество всерьез занялось изучением проблемы и подготовкой согласованных решений. С 5 по 16 июня 1972 г. в Стокгольме прошла Конференция ООН по проблемам окружающей среды, на которой была принята историческая Стокгольмская декларация [34], поставившая под сомнение безупречность принципов классической рыночной экономики и призвавшая все страны предпринять опережающие шаги по предотвращению глобального экологического кризиса, в том числе: снизить темп прироста человечества, способствуя росту благополучия всех людей на Земле; проявить внимание в отношении последствий хозяйственной деятельности для окружающей среды; предотвратить истощение невозобновимых ресурсов; всемерно внедрять планирование и согласовывать деятельность разных государств; заблаговременно проводить экологическое просвещение населения и т.д.

Во исполнение решений Стокгольмской конференции был создан специальный координирующий орган в структуре ООН по охране окружающей среды (ЮНЕП) со штаб-квартирой в Найроби. С тех пор удалось сделать многое. Быстро трансформировалось мировоззрение населения развитых стран в сторону признания важности охраны природы. Совершенствовалось международное и национальное законодательство в этой сфере. Были созданы национальные органы контроля состояния окружающей среды и выполнения природоохранного законодательства. Все шире стали использовать очистные сооружения для предотвращения загрязнения воздуха и воды. Силы научно-технического прогресса были направлены на разработку энерго- и ресурсосберегающих технологий. Оказалось возможным с помощью простых, но действенных требований заставить многочисленных производителей продукции в условиях отлаженной организационной структуры демократических государств самим искать пути уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и оплачивать расходы по утилизации отходов и рекультивации нарушенных территорий.

С 3 по 14 июня 1992 г. в Рио-де-Жанейро была проведена аналогичная Стокгольмской Конференция ООН по окружающей среде и развитию. На ней была принята концепция «устойчивого развития человечества», продолжившая усилия Мирового сообщества по поиску пути сочетания дальнейшего экономического развития с обеспечением глобальной экологической безопасности. С

тех пор удалось продвинуться в области согласования действий по предотвращению глобального потепления климата, предотвращения истощения озонового слоя атмосферы Земли, сохранения биологического разнообразия и пр.

Предпринятые меры пока еще не позволили справиться с опасной тенденцией деградации природы. По-прежнему растет концентрация парниковых газов в атмосфере, и это грозит слишком быстрым изменением климата. Сокращаются области, занятые естественными экосистемами, в том числе такими ценными, как тропические ливневые леса, что приводит к вымиранию множества редкостных видов. Появились первые свидетельства деградации на огромных акваториях самых богатых водных экосистем – коралловых рифов.

Однако нельзя отрицать очевидного – человечество за последние полвека прошло впечатляющий путь развития от слепого расхищения природных ресурсов и бездумного разрушения биосферы к целенаправленному изменению своих стереотипов, признанию необходимости сохранения ресурсов биосферы для последующих поколений, постепенному принятию принципов разумного самоограничения своих потребностей, кооперации своих усилий в благородном стремлении найти выход из экологического кризиса без ущерба для отдельных народов и социальных групп населения. Недостаточность результатов приложенных усилий не должна смущать души людей и вселять в них панику. Огромный энергетический и интеллектуальный потенциал современного человечества является не только возможной причиной предполагаемой дестабилизации биосферных процессов, но и залогом успеха на пути выхода из экологического кризиса.

Нам надо проявить терпение и волю для того, чтобы шаг за шагом решать повсеместно экологические проблемы и расширять круг людей, понимающих важность своевременных усилий на всех уровнях для охраны окружающей среды вне зависимости от экономического положения стран и благосостояния населения в данный момент.

Автор благодарит *Г.Ю. Константинову* и *О.Ю. Кузьмину* за помощь в подборе материала; акад. *М.Е. Виноградова* и д.г.н. *К.С. Лосева* за консультации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Акимова Т.А., Хаскин В.В.* Экология: Учебник для вузов. М.: ЮНИТИ, 1998. 455 с.
2. *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.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 332 с.
3. *Бабаев А.Г., Дроздов Н.Н., Зонн И.С., Фрейкин З.Г.* Пустыни. Серия Природа мира. М.: Мысль, 1986. 318 с.
4. *Барааш С.И.* История неурожая и погоды в Европе. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 237 с.
5. *Будыко М.И.* Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 324 с.
6. *Вернадский В.И.* Несколько слов о ноосфере. Русский космизм: антология философской мысли. М.: Педагогика-Пресс, 1993. 368 с.

7. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ. 1995. 470 с.
8. Горшков В.Г., Кондратьев К.Я., Лосев К.С. Природная биологическая регуляция // Известия Русского геогр. о-ва, 1994. Вып.6. С.17–23.
9. Государственный доклад: О состоянии окружающей природной среды РФ в 1998 г. М.: Госкомэкология РФ, 1999. 573 с.
10. Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Проблемы устойчивого развития человечества // Россия в окружающем мире: 1998 (Аналитический ежегодник). М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С.39–52.
11. Девятова С.В., Купцов В.И. Развитие естествознания в контексте мировой истории. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 148 с.
12. Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека (экологические системы и биосфера). М., 1974. 269 с.
13. Зубко М. Коммунистические режимы уничтожили 110 миллионов человек // Известия, 30 октября 1997 г. (<http://www.lebed.com/art322.htm>).
14. Игнатова Е. Цена потепления // Сегодня, 5 марта 2001 г. № 50.
15. Интернет-сайт: <http://news.battery.ru> – Аккумулятор новостей. 18 ноября 2000 г.
16. Катица С.П. Модель роста населения Земли // Успехи физических наук, 1995. Т. 26. № 3. С.111–128.
17. Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. М.: Научный мир, 1998. 368 с.
18. Клименко В.В., Клименко А.В., Андрейченко Т.Н., Довгалюк В.В., Микушина О.В., Терешин А.Г., Федоров В.М. Энергия, природа и климат. М.: Изд-во МЭИ, 1997. 215 с.
19. Клименко А.В., Клименко В.В. Виновато ли человечество в глобальном изменении климата? // Россия в окружающем мире: 1998 (Аналитический ежегодник). М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. С.53–66.
20. Марфенин Н.Н. Фундаментальные свойства «устойчивости» биологических систем // Сборник научных трудов экологического факультета. Вып.1. Сер. Экология. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С.5–26.
21. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рендерс Й., Беренс В.В. III. Пределы роста. М.: Изд-во МГУ, 1991. 201 с.
22. Медоуз Д.Х., Медоуз Д.Л., Рендерс Й. За пределами роста. Пер. с англ. М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1994. 304 с.
23. Моисеев П.А. Промысловая продукция Мирового океана и ее использование // Биология океана. Т.2. Биологическая продуктивность океана. М.: Наука, 1977. С.289–313.
24. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. Л.: Гидрометеоздат, 1979. 407 с.
25. Окружающая среда: Энциклопедический словарь-справочник. М.: Издат. группа «Прогресс – Пангея», 1993. 639 с.
26. В 2000 г. природные катастрофы нанесли значительно меньший ущерб, чем в 1999 г. // Информационное агентство «РосБизнесКонсалтинг», 29 декабря 2000 г. (<http://www.rbc.ru>)
27. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
28. Семенов Е.К. Грандиозные последствия далекого «Эль-Ниньо» // Россия в окружающем мире: 1999 (Аналитический ежегодник). М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. С.197–213.
29. Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу / Пер с англ. М.: Издательство «Весь Мир», 2000. 384 с.
30. Состояние окружающей среды и природоохранная деятельность на территории бывшего СССР – от Стокгольма к Рио: Справочное пособие. М.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РЯ, ВИИ охраны природы, 1994. Т.1. 111 с.

31. *Тарко А.М.* Парниковый эффект и климат // Экология и жизнь, 2001. №1. С.48–51.
32. *Тимофеев-Ресовский Н.В.* Биосфера и человечество / В книге: *Тюрюканов А.Н., Федоров В.М.* Н.В. Тимофеев-Ресовский: биосферные раздумья. М., 1996. С.52–60.
33. *Чернышева Л.С.* Оледенения, арктические льды и климат. (<http://www.dvgu.ru/meteo/Intra/ChernLect.html>)
34. Экокультура: в поисках выхода из экологического кризиса. Хрестоматия по курсу охраны окружающей среды. / Составитель *Марфенин Н.Н.* М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 344 с.
35. *Barnola J.M., Raynaud D., Korotkevich Y.S., Lorius C.* Vostok ice cores provides 160000-year record of atmospheric CO₂ // Nature, 1987. Vol. 328. P.408–414.
36. *Broecker W.S.* Climate implications of abrupt changes in ocean circulation / U.S. Global change research program, USGCRP Seminar, 23 January 1996. (<http://www.usgcrp.gov/usgcrp/seminars/960123SM.html>)
37. *Brown L.R.* Eradicating Hunger: a Growing Challenge // State of the World: 2001. W.W. Norton&Comp., 2001. P.43–62.
38. Global 2000 Report to the President Vol.3, P.360–361, 1981.
39. Global Environmental Outlook 2000. UNEP: Earthscan Publications Ltd., London, 1999. 198 p.
40. *Lean G., Hinrichsen D., Markham A.* Atlas of the Environment. N-Y, Toronto: Prentice Hall Press, 1986. 192 p.
41. *Malcolm Jay R., Markham A.* Global Warming and Terrestrial Biodiversity Decline // Report prepared for WWF, august 2000. (<http://panda.org/resources/publications/climate/speedkills/speedkills-wo.pdf>)
42. *Postel A.* Halting land degradation // State of the World. A Worldwatch institute report on progress toward a sustainable society: 1989. New York, London: W.W. Norton&Comp., 1989. P.21–40.
43. Statistical Abstract of the United States, 1998. Washington DC: US Department of Commerce Economics and Statistics Administration, Bureau of the Census, 1999. CD-Rom.
44. Third Assessment Report: Contributions of IPCC Working Groups. // Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc.ch>).
45. *Vellinga P., van Vorseveld W.J.* Climate change and extreme weather events. WWF, 2000. 46 p.
46. *Wood R.A., Keen A.B., Mitchell J.F.B., Gregory J.M.* Changing spatial structure of the thermohaline circulation in response to atmospheric CO₂ forcing in climate model // Nature, 1999. Vol.401, #6752. P.508.
47. World Resources: 1994–1995. Oxford University Press, 1994. 401 p.
48. World Resources: 1998–1999. N-Y., Oxford: Oxford University Press, 1998. 400 p.
49. Worldwatch Database Disk, 2000. Washington, DC. Worldwatch Institute, 2000.