



**ОСНОВЫ
УЧЕНИЯ
ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЕ**

Б.Г. Розанов

УДК 630*.907.

Розанов Б. Г. Основы учения об окружающей среде: Учеб. пособие. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. — 376 с., ил.

В учебном пособии детально рассмотрены основные понятия об окружающей среде, ее физические и социальные компоненты, проблемы взаимодействия человека с окружающей средой, в том числе влияние среды на человека. Приводятся основные разделы учения об окружающей среде: «Человек и среда его обитания», «Современные проблемы окружающей среды» и «Управление окружающей средой». Книга богато иллюстрирована и содержит обширный справочный и библиографический материал. Каждая глава сопровождается вопросами и задачами для повторения и самостоятельной проработки.

Рецензенты:

кафедра ботаники Днепропетровского
государственного университета
(зав. кафедрой проф. А. П. Травлеев),
академик В. Е. Соколов

Рекомендовано Учебно-методическим
управлением по высшему образованию
Министерства высшего и среднего
специального образования СССР для
использования в учебном процессе
студентами высших учебных заведений

Р $\frac{1603000000-095}{077(02)-84}$ КБ № 37—26—84

© Издательство Московского университета, 1984 г.

Предисловие.

Почвоведом в своей практической деятельности все больше и больше приходится заниматься не только оценкой почвы, но и оценкой ее места и роли в природных и социально-экономических системах, особенно участвуя в разработке и осуществлении крупных региональных или глобальных проектов рационального использования, воспроизводства и охраны природных ресурсов. В еще большей степени это относится к управлению конкретными экосистемами, к разработке и осуществлению проектов мелиорации земель, когда необходимо принимать в расчет не только свойства почвы и не только природные, но и социально-экономические факторы территориального комплекса. И наконец, самое сложное — это комплексное прогнозирование и принятие в расчет при проектировании возможных изменений окружающей среды в результате тех или иных мероприятий, в особенности последствий крупномасштабного мелиоративного строительства, освоения новых территорий, преобразования природы крупных регионов.

Новые требования жизни и все больший поворот науки от проблем инвентаризации природы к проблемам управления ею, принимая во внимание масштабы работ и огромный рост степени возможного влияния на окружающую среду в эпоху бурного научно-технического и социально-экономического прогресса, поставили новые задачи в подготовке кадров высшей квалификации, в том числе и почвоведов. Специалистам необходимы интегральные знания об окружающей среде в целом и месте в ней человека и его деятельности, нужна методология управления окружающей средой.

Интегральная наука об окружающей среде еще только формируется; не ясно обрисованы ее предмет и методология; нет четкого названия самой науки; ее задачи слишком часто путают с охраной природы как одним из компонентов управления окружающей средой; нет четких границ ее с экологией как разделом биологии, с ландшафтоведением как разделом географии. Но воп-

рос стоит не об охране природы, а гораздо шире и глубже: о рациональном использовании природных ресурсов на благо человека, современного и его грядущих поколений, о создании и поддержании целесообразной и экологически и социально необходимой среды обитания человека. Вопрос стоит об управлении окружающей средой.

Даже при самой широкой трактовке предмета охраны природы как «оптимизации воздействия общества на природу с целью наиболее эффективного и разностороннего ее использования» (Воронцов, Харитонов, 1977) или как «системы мероприятий, обеспечивающей оптимизацию взаимодействия человеческого общества и природной среды» (Родзевич, Пашканг, 1979) наука об окружающей среде остается значительно шире, поскольку включает в себя и социально-экономические аспекты среды обитания человека.

Автору этой книги пришлось в течение ряда лет участвовать в разработке и экспертизе ирригационных систем в южных районах СССР, в частности, занимаясь вопросами прогнозирования последствий ирригации и перераспределения речного стока. Четыре года он работал в секретариате Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), готовя конференцию ООН по проблемам опустынивания (1977 г.), разрабатывая всемирный план действия по борьбе с опустыниванием и затем организовывая его осуществление после утверждения Генеральной Ассамблеей ООН. Накопленный опыт и знания он попытался обобщить в этой книге, которая призвана помочь студентам-почвоведом усвоить новые идеи и факты в области учения об окружающей среде. Автор отчетливо сознает все несовершенство своей попытки на данном этапе, когда больше ставится вопросов, чем дается ответов на них, однако он твердо верит, что в процессе развития науки будут найдены нужные ответы на все еще не ясные сейчас вопросы. Автор заранее благодарит всех коллег и читателей, которые возьмут на себя труд сделать критические замечания о книге.

Введение

УЧЕНИЕ ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

«До того как умрет природа» (Дорст, 1968), «Природа предъявляет счет» (Парсон, 1969), «Оскальпированная земля» (Ленькова, 1971), «Смерть пресных вод» (Сагг, 1971), «Замыкающийся круг» (Коммонер, 1974), «Земля только одна» (Уорд, Дюбо, 1975) — вот только некоторые примеры броских названий книг, в изобилии появившихся в 60—70-х гг. Сотни разных ученых заседаний, симпозиумов, совещаний, конференций, национальных и международных. Десятки вновь созданных обществ, клубов, ассоциаций.

1969 г. — Межправительственная конференция по проблемам биосферы в Париже: принята глобальная программа «Человек и биосфера».

1972 г. — Всемирная конференция ООН в Стокгольме: принимается «План действий по охране окружающей человека среды».

1973 г. — создана и начала функционировать Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП — United Nations Environment Programme).

Во многих странах мира создаются министерства, национальные комитеты, ведомства, комиссии, советы по проблемам окружающей среды. Вопросы окружающей среды обсуждаются на заседаниях правительств и парламентов, принимаются срочно многочисленные законодательства.

1974 г. — Всемирная конференция по продовольствию в Риме, Всемирная конференция по народонаселению в Бухаресте.

1976 г. — Всемирная конференция по населенным пунктам в Ванкувере.

1977 г. — Всемирная конференция по воде в Мардель-Плата, Всемирная конференция по опустыниванию в Найроби.

Что это? Действительно кризисное состояние нашей планеты? Кризис человечества? Кризис отдельных социально-экономических систем?

Когда страсти несколько поутихли и призывы

к спасению сменились трезвой оценкой положения и серьезной работой, появилась возможность спокойно разобраться во всем этом на твердой научной основе, исходя из фактов, а не из эмоций. Такое научное рассмотрение проблемы привело к возникновению новой интегральной науки — науки об окружающей среде. И хотя новая наука еще только становится на ноги, только еще определяет свой предмет и метод исследования, в ее активе имеются уже десятки весьма солидных монографий (Адашев, 1973; Ананичев, 1974; Арманд, 1966; Лаптев, 1975; Pitts, Metcalf, 1969; Murdoch, 1971; Jackson, 1971; Strahler Alan, Strahler Artur, 1974; Turks, Witteses, 1974) и тысячи статей в научных и общих журналах.

Как назвать эту новую науку? В русском языке пока нет такого одного слова. По-английски окружающая среда — *environment*, по-французски — *environnement*, а соответствующая наука — *environmental science, science du environnement*. Можно было бы соответственно сказать: энвиронментология, энвиронмантика, энвиронменталистика. Все это звучит плохо. Лучше скажем пока: **учение об окружающей среде**, что, кстати, точно соответствует английскому «*environmental science*» и французскому «*science du environnement*».

Почему не экология? С одной стороны, экология (от греч. *oikos* — местообитание) — очень широкое понятие: учение о среде обитания организмов (любых) и взаимоотношениях организмов между собой и со средой обитания. Казалось бы, такое определение включает все аспекты окружающей среды, включая и такой компонент, как «человек—среда». С другой стороны, экология не занимается социально-экономическими аспектами среды существования человека. В своем историческом развитии экология тесно связала себя с растениями, животными, микроорганизмами и человеком как организмом. Экология человека (как раздел биологии) изучает воздействие на человеческий организм физических факторов среды (электричество, звук, радиация, химические вещества, механические воздействия, тепло), но не занимается ни экономикой, ни политикой, ни другими социальными вопросами, скажем, такими, как влияние образования или торговли на человека. Известные экологические принципы и концепции были сфор-

мулированы на основе исследования закономерностей существования растительных и животных организмов и их сообществ (Кашкаров, 1945; Наумов, 1963; Макфедьен, 1965; Сукачев, 1968; Дажо, 1975; Одум, 1975; Пономарева, 1979).

Экология занимается вопросами социологии растений, животных, микроорганизмов, их сочетаний. Были попытки создать особый раздел экологии — экологию популяций, перенести эти принципы и на человека. Однако, как хорошо известно, прямая аналогия между человеческим обществом и популяциями других организмов невозможна в принципе. Человеческое общество имеет такую социальную специфику (классовая структура, государство, политические партии, профсоюзы и т. д.), которая не позволяет прямое перенесение экологических принципов и концепций, разработанных для других организмов, на человека, хотя, конечно, все биологические сообщества, включая человеческое, могут иметь некоторые сходные или общие элементы. Человек — компонент живой природы, биологический организм, и как таковой подчиняется общебиологическим законам природы, включая экологические, но дополнительно к этому он еще и член человеческого общества, которое имеет свои особые законы существования и поведения.

Вопрос о соотношении человеческого общества с сообществами других организмов и о соотношении соответствующих законов существования и поведения достаточно четко и полно разработан классиками марксизма-ленинизма, например в «Диалектике природы», «Анти-Дюринге» и других трудах Ф. Энгельса.

Таким образом, экология хотя и является синтетической наукой о среде обитания организмов, все же не является интегральным и достаточно полным учением в отношении окружающей среды человека.

Учение об окружающей среде является дальнейшим развитием экологии и биогеоценологии и выросло на основе этих наук. Оно полностью использует принципы экологии, но идет дальше. Оно базируется на интегрировании фактов и концепций как естественноисторических наук, включая экологию, так и социально-экономических. Учение об окружающей среде как интегральная наука сложилось на стыке естественноисторических и

социально-экономических наук. «Эта идея взаимосвязи природы и человечества ныне получает все более глубокое освещение в естествознании и общественных науках, что нашло особенно наглядное выражение на их стыке, в частности в современной экологии, в разработке глобальных проблем, в комплексном исследовании перспектив человеческой цивилизации. Мы видим, что ныне все более оправдывается предположение Маркса о том, что со временем естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание» (Федосеев, 1982).

Учение об окружающей среде существенно глубже и шире классической экологии. Оно является новой наукой, которую П. Н. Федосеев (1982) называет «современной экологией», а академик Д. С. Лихачев «Экологией с большой буквы» (1982) и которая в этом понимании близка к «социальной экологии» Э. В. Гирусова (1976), в задачу которой наряду с исследованием системы «человек — окружающая среда» входит также исследование глобальных проблем и перспектив развития человеческой цивилизации. Однако сами экологи возражают против столь широкого толкования задач экологии и предпочитают ее более узкое классическое понимание (Федоров, Гильманов, 1981), с чем, вероятно, целесообразно согласиться.

Очень важный в методологическом отношении вывод был сделан академиком И. П. Герасимовым и его коллегами-географами (1983), которые, обсуждая проблему Аральского моря и антропогенного опустынивания Приаралья, пришли к заключению, что «нет двух систем — природной и социальной, — есть единая социально-экологическая система, и в условиях нашей страны ее следует максимально оптимизировать. Этого нельзя добиться, рассматривая порознь развитие и изменение природных и социальных систем».

Задачи учения об окружающей среде нельзя свести и к охране природы, как это делают некоторые авторы популярных книг и учебных пособий по охране природы. В ряде учебных пособий авторы даже специально полемизируют по этому поводу (Родзевич, Пашканг, 1979), аргументируя правомочность обобщающего подхода к охране природы как к рациональному природопользованию и, наоборот, неправомочность самостоятельного учения об окружающей среде, включающего

природные и социальные аспекты существования человека в интегральной форме. Не отрицая правильности первого положения, никак нельзя согласиться со вторым. Ошибочность такого подхода очень четко была показана академиком П. Н. Федосеевым (1982), который писал, что многие западные мыслители видят лишь научно-техническую сторону глобальных проблем, вырывая их из сложных социальных взаимосвязей, исследование которых ведется в рамках общественных наук. Отсюда крайности сциентизма и технократизма, технофобия, утопические концепции возврата человека к «первозданной природе», пессимистические идеи «нулевого роста».

Дело в том, что, с одной стороны, здесь смешиваются такие существенно разные понятия, как «охрана природы», «преобразование природы», «природопользование», а с другой — играет роль традиционная аналитическая привычка рассматривать социально-экономические и природные аспекты тех или иных проблем изолированно, в соответствии с исторической дифференциацией науки, что в наше время по отношению к человеку, человеческому обществу и среде его обитания просто невозможно на практике и не оправдано методологически. «Таким образом, в наше время вопрос о связи между науками о природе и науками об обществе поставлен самой социально-политической практикой, и этим обусловлена его величайшая актуальность» (Федосеев, 1982).

Разделение природоведения и обществоведения в отношении окружающей среды основано на забвении одного из коренных положений марксистской философии о двойственном характере положения человека в природе. С одной стороны, он часть природы, биологический вид, и как таковой подчиняется законам природы и существует на основе ее законов. С другой стороны, человеческое общество противостоит остальной природе и существует на основании своих особых социально-экономических законов. Эта двойственность и заставляет рассматривать природную и социально-экономическую среду человека как единую окружающую среду во всей сложности ее исторического развития.

Неправомерность и методологическая ошибочность сведения проблем окружающей среды к охране природы подчеркивается еще и тем важнейшим обстоятель-

ством, что решение вопросов охраны природы, рационального природопользования или преобразования природы невозможно вне конкретных социально-экономических условий, вне рамок той или иной общественно-экономической формации. Ошибка ряда зарубежных исследователей «экологического кризиса» именно в том и состоит, что они решают проблему «человек—среда» вообще, вне конкретных социально-экономических условий, что приводит к выводу о неизбежном разрушении природы в связи с прогрессивным развитием человечества.

С точки зрения новой науки понятие об окружающей среде очень широкое и простое. В общем виде это все то, что окружает человека и взаимодействует с ним тем или иным способом, это среда обитания человека (как индивидуума, как общества, как человечества в целом), включающая физические природные и искусственно созданные факторы, а также социально-экономические и психологические факторы. Состояние окружающей среды — это показатель качества жизни человека.

Актуальность исследования проблемы «человек—среда» связана с тем, что на современной стадии развития человечество вступило в эпоху бурного демографического роста, научно-технического и социально-экономического развития, протекающего в некоторой прогрессии, причем кривая прогрессивного роста затрагивает буквально все элементы развития человеческого общества: рост населения; рост материального производства и потребления; рост производства, потребления и расхода энергии; рост степени воздействия на другие организмы планеты и природные ресурсы и процессы; рост информации; социальный прогресс.

За последние двести лет, а в их пределах за последние пятьдесят лет, человечество прошло в своем социальном и экономическом развитии такой путь, который является беспрецедентным на протяжении всех тысячелетий человеческой истории (рис. 1).

Доисторический человек существовал сотни тысячелетий, ведя полуживотный образ жизни, первобытнообщинный строй существовал несколько десятков тысячелетий; рабовладельческий — несколько тысячелетий, феодальный — несколько столетий; капитализм существует — около двух столетий; социалистический строй начал свое становление около семидесяти лет тому

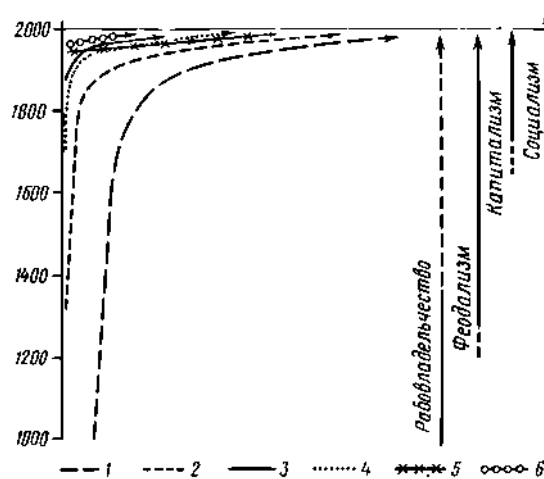


Рис. 1. Некоторые показатели прогрессивного развития человечества в последнее тысячелетие (в относительных величинах):
 1 — рост народонаселения; 2 — рост печатной продукции (книги, газеты, журналы, реклама и т. п.); 3 — мировая добыча нефти; 4 — мировая добыча угля; 5 — производство атомной энергии; 6 — полеты в космос

назад. Рост энерговооруженности человека прошел следующие этапы: сотни тысячелетий мускульной энергии самого человека; несколько тысячелетий энергии домашних животных и использования простого рычага; тысячелетие энергии ветра и воды; несколько столетий энергии пороха и пара; столетие энергии электричества; всего несколько десятилетий энергии атома. Можно только фантазировать о том, что будет через пятьдесят — сто — двести лет.

Итак, человек стал мощным, социально организованным фактором природы, эффективность воздействия которого на окружающую природу и самого человека растет в геометрической прогрессии по мере социально-экономического развития человечества.

По мере геометрической прогрессии развития человечества в такой же прогрессии растут побочные эффекты этого развития: истощение невозобновимых природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, разрушение природных экосистем и замена их антропогенными экосистемами, нарушение исторически сложив-

шихся природных равновесий. Если такие побочные эффекты не контролируются, то они наносят вред или непоправимый урон окружающей среде и развитию самого человека. В некоторых точках планеты эти побочные эффекты уже кумулятивно достигли такой степени, что среда обитания в них стала непригодной для существования как самого человека, так и/или других организмов. Это проявления так называемого экологического кризиса: исчезновение некоторых видов животных и растений, катастрофическое загрязнение воздуха в ряде больших городов, истощение пресных вод в ряде районов, исчезновение водных животных в ряде водоемов в результате их отравления, уничтожение почвенного покрова в некоторых районах, опустынивание обширных территорий, рост радиоактивности в некоторых точках и т. д. Еще в середине прошлого столетия К. Маркс писал, что «культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно... оставляет после себя пустыню»¹.

Из этого следует важный методологический вывод: связь между социально-экономическим развитием и нарушением окружающей среды не прямая, а опосредствована через влияние социальных факторов. Нельзя сказать, что развитие человечества всегда и везде ведет к экологическому кризису. Есть социальные и экономические факторы, которые позволяют осуществлять контроль окружающей среды в процессе развития. Другой вопрос, как они могут использоваться и использоваться в реальной жизни. Отсюда социальные и политические аспекты проблемы окружающей среды.

Методологически очень важно различать два совершенно разных понятия: природная среда и окружающая среда. Природная среда — это лишь часть окружающей среды, т. е. такие природные компоненты, существующие на Земле и вокруг нее, как материальные природные тела (вода, воздух, животные, растения и микроорганизмы, почва, минералы, горные породы, космос), явления (радиоактивность, гравитация, теплота, электричество, свет, звук) и соответствующие природные процессы (космические, геологические, климатические, биологические и т. п.).

Соответственно система «человек—природа» явля-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 32, с. 45.

ется лишь подсистемой в более общей системе «человек—окружающая среда» (рис. 2). Если подсистема «человек—природа» подверглась в истории науки весьма серьезному исследованию (Кашкаров, 1933; Воейков, 1963; Дювиньо, Танг, 1968; Ефремов, 1968; Природа и общество, 1968; Куражковский, 1969; Низова, 1971;

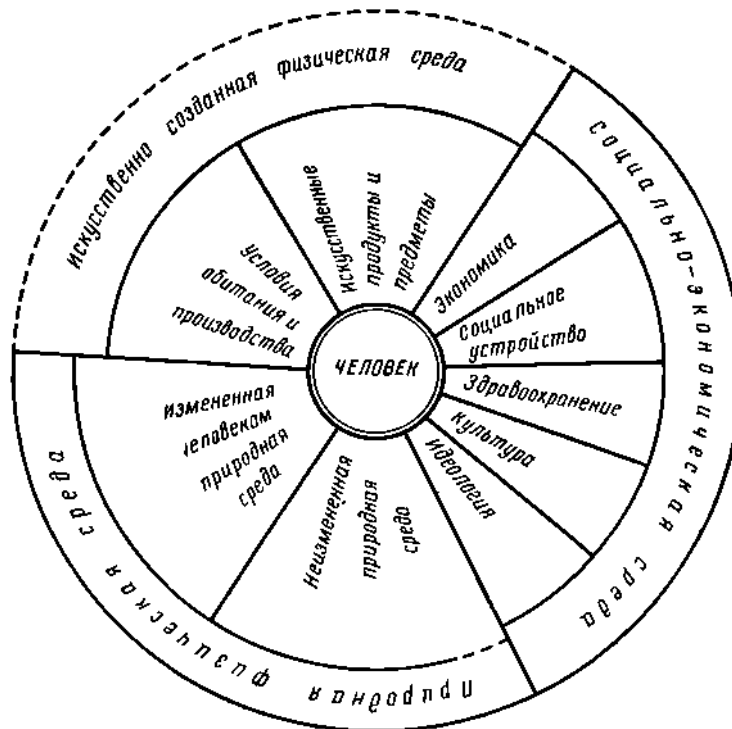


Рис. 2. Соотношение различных подсистем в системе «человек—окружающая среда»

Рябчиков, 1972; Федоров, 1972; Алексеев, 1973; Эренфельд, 1973; Лаптев, 1975; Гирусов, 1976; Миланова и Рябчиков, 1979), то более общая система «человек—окружающая среда» изучена еще явно в недостаточной степени.

Методологическое смешение двух совершенно разных понятий природной среды и окружающей среды привело к некоей концепции развития человечества,

получившей название «энвайронментализм», согласно которой развитие общества определяется некоторыми «внешними пределами» природных ресурсов, пределами природной среды. Далее мы рассмотрим подробно эту ошибочную концепцию, а сейчас же лишь отметим, что она связана и с другой методологической ошибкой прямого перенесения экологических концепций на человеческое общество.

Поскольку предметом исследования учения об окружающей среде является система «человек—окружающая среда» с точки зрения глобальных проблем и перспектив развития человеческой цивилизации, мы будем пользоваться в этом контексте следующими понятиями:

Окружающая среда — все, что окружает человека, включая природную среду, искусственно созданные человеком материальные компоненты, явления и процессы, а также социально-экономические компоненты в их историческом развитии.

Природная среда — часть окружающей среды, включающая существующие на Земле и в ее окружении естественные материальные тела, физические, химические и биологические явления и процессы.

Система «человек—окружающая среда» — очень сложная поликомпонентная система с бесконечным множеством прямых и обратных связей, включающая в себя человека (организм, личность, общество, человечество) и окружающую среду в историческом процессе их взаимодействия.

Учение об окружающей среде — интегральная наука о среде и условиях существования человека и о взаимоотношениях человека со средой обитания.

Как наука учение об окружающей среде имеет свои собственные предмет и методологию исследования. О предмете исследования мы сказали выше, что же касается методологии, то она охватывает интегральные экологические принципы и методы, основанные на материалистической диалектике, а также методы и подходы системного анализа, направленные на математическое моделирование как инструмент междисциплинарного синтеза. Из классических методологических трудов можно назвать «Капитал» К. Маркса, «Происхождение семьи, частной собственности и государства», «Диалектика природы» и «Анти-Дюринг» Ф. Энгельса и «Материализм» и эмпириокритицизм» В. И. Ленина.

**Вопросы для повторения
и самостоятельной проработки**

1. Что такое учение об окружающей среде?
2. Какая разница между природной средой и окружающей средой?
3. Что является предметом исследования в учении об окружающей среде?
4. Почему нельзя смешивать учение об окружающей среде с экологией? с охраной природы?
5. В чем актуальность исследования проблем окружающей среды?
6. Каковы побочные эффекты прогрессивного развития человечества?
7. Какова роль социальных факторов в проблемах окружающей среды?
8. Что общего между «энвайронментализмом» и «геополитикой»?
9. Почему невозможно прямое перенесение экологических принципов и подходов на человеческое общество?
10. В какой мере экологические подходы применимы к человеку?

ЧАСТЬ I
ЧЕЛОВЕК И СРЕДА
ЕГО ОБИТАНИЯ

Глава I
КОМПОНЕНТЫ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В силу своей биологической природы человек как организм живет и развивается в результате непрерывного обмена веществом, энергией и информацией со средой своего обитания. Для построения своего тела и осуществления многообразных жизненных функций человек нуждается в непрерывном притоке различных веществ и энергии путем питания и дыхания, в поддержании определенных температурных условий. Человек также получает основную массу веществ и энергии для своей жизни и деятельности от других животных и синтезирующих органическое вещество за счет энергии солнца растительных организмов. Потребляя вещества и энергию из окружающей природной среды, человек одновременно выделяет в нее другие вещества и преобразованную в его теле энергию. Непрерывный процесс обмена между человеком и природной средой приводит к изменению и развитию как самого человека, так и среды его обитания. Этот процесс значительно усложняется, когда человек выступает в природе не просто как биологический организм, а как общество.

На первых этапах развития человека обмен веществом и энергией имел простой характер непосредственного потребления человеком созданных природными процессами веществ (воды, воздуха, растительной и животной пищи). По мере развития, когда человек стал Человеком, между ним и остальной природой возник новый компонент — инструмент, или орудие, добывания пищи и одежды. Дальнейшее историческое развитие человека привело к появлению еще одного нового компонента в качестве промежуточного звена между ним и остальной природой — производства, сначала произ

водства пищи, а затем и производства других предметов, необходимых для все более усложняющейся жизни человека. Производство же привело к общественной организации существования человека, к появлению человеческого общества.

Мы опустим всю длительную историю развития человеческого общества и историю его взаимодействия с окружающей средой, хотя некоторые экскурсы в историю нам впоследствии понадобятся для правильного понимания современного положения. Полный анализ этого интереснейшего вопроса увел бы нас слишком далеко от непосредственного предмета исследования. Примем как постулат, что в современной системе «человек—окружающая среда» существует созданная длительным историческим развитием подсистема «человеческое общество—производство—природа», имея в виду, конечно, всю огромную сложность каждого из компонентов этой подсистемы (человеческое общество в СССР, США, Египте, Индии, Свазиленде будет различным; производство кочевников в Сахаре, капиталистическое в Англии и социалистическое в СССР совершенно несопоставимы; природа разных стран мира резко различна).

Таким образом, человек в силу своей природы (как организм, как личность, как общество, как человечество) на протяжении всего длительного процесса своего развития взаимодействует в разных формах и в разной степени со средой своего обитания, причем основу этого взаимодействия составляет непрерывный процесс обмена веществ и энергии, составляющий главную функцию жизни. Для того чтобы проанализировать это взаимодействие, т. е. структуру и функции системы «человек—окружающая среда» и современные проблемы этой системы, необходимо исследовать ее состав и прежде всего состав подсистемы «окружающая среда».

Физические компоненты окружающей среды

Среди сложного комплекса физических компонентов окружающей среды можно выделить две группы, существенно различающиеся по своей роли в системе — это природные и искусственно созданные человеком физические компоненты.

Природные физические компоненты окружающей среды, или природная среда, связаны с географией планеты и ее положением в Космосе, а их роль, формы и степень участия в процессах взаимодействия определяются общепланетарными факторами, включая космические, а также исторически сложившимся способом производства.

Географическое положение местности определяет многие особенности природной географической среды. Существенная разница наблюдается во взаимоотношениях человека со средой в зависимости от положения обитаемой им территории в высоких или тропических широтах, на континенте или на острове, большом или малом, на побережье или внутри континента. Этими особенностями будут определяться затраты труда на жилье и производство продовольствия, транспорт и коммуникации, строительство и производство одежды; в тропиках не нужны теплая шуба и отопление; в высоких широтах дорого обходится производство растительной продукции; страны, имеющие выход к морю, могут легче организовывать торговый обмен с другими странами; островные страны несут большие расходы на транспорт и т. д.

Устройство поверхности также имеет существенное значение для взаимодействия человека со средой. Низменные или холмистые равнины, выровненные горные плато способствуют развитию земледелия и животноводства в широких масштабах. В горных районах возможности земледелия весьма ограничены. Существенно различными будут и условия строительства, организации поселений, транспорта, коммуникаций. Высота местности оказывает и непосредственное влияние на человеческий организм (разница в атмосферном давлении и количестве и качестве солнечной радиации).

Климат местности оказывает самое существенное влияние на человека и его производственную деятельность, особенно связанную с сельским хозяйством. Особенно важны такие элементы климата, как радиационный и тепловой режимы и режим атмосферных осадков в их сезонном проявлении. Планета Земля в связи с особенностями ее формы и устройства поверхности имеет чрезвычайно большое разнообразие климатов: от постоянно холодных полярных до постоянно жарких экваториальных, от постоянно влажных до практически

сухих, от сезонных тепло-холодных до сезонных влажно-сухих.

Экстремальные климаты — холодные или жаркие, влажные или сухие — представляют существенные трудности для жизни и производственной деятельности человека. Во-первых, это непосредственное воздействие на человеческий организм высокой влажности и температуры либо, наоборот, низкой влажности и температуры. Во-вторых, это влияние на сельскохозяйственное производство. В-третьих, это влияние на другие организмы, вредные или полезные для человека. С климатом связаны определенные заболевания, в том числе векторные (возбуждаемые определенными организмами-переносчиками). С условиями климата существенно связаны расходы на одежду, строительство, коммуникации, транспорт. Условия, эффективность и производительность труда человека существенно зависят от климатических условий местности. К этому надо добавить, что и многие другие природные компоненты окружающей среды зависят от климатических условий, особенно такие, как почвенный покров, растительность, животный мир, микроорганизмы, водные ресурсы.

Минеральные ресурсы оказывают существенное влияние на развитие человеческого общества в связи с их неравномерным распределением на земной поверхности, что особенно сказывается в эпоху современного бурного научно-технического прогресса и роста производства. Страны и территории, богатые минеральными ресурсами, имеют возможности их обмена с другими странами на необходимые им предметы. Бедные ими страны вынуждены нести огромные расходы на приобретение необходимого минерального сырья. Большое значение имеет объем запасов имеющихся минеральных ресурсов, которые, как правило, являются ограниченными на той или иной территории. Наличие или отсутствие тех или иных минеральных ресурсов, степень их обнаружения и использования оказывают непосредственное влияние на экономику общественного развития.

Энергетические ресурсы также неравномерно распределяются на земной поверхности, особенно широко используемые в настоящее время источники энергии: нефть, уголь, газ, реки, древесина. Поскольку в настоящее время энерговооруженность производства, как промышленного, так и сельскохозяйственного, непосредст-

венно определяет его эффективность, то уровень экономического развития разных районов мира в пределах одной и той же социально-экономической системы в определенной степени связан с экономикой производства и потребления энергии. Естественно, районы, имеющие большие природные запасы энергетического сырья, могут не только обеспечить собственное развитие, но и получить существенные выгоды в результате обмена с другими районами. Необходимо, конечно, иметь в виду, что сами по себе энергетические ресурсы, как и любые другие, не определяют социально-экономического прогресса, а лишь способствуют ему или затрудняют его. Сравним, например, бедные энергетическими ресурсами Нидерланды, Швейцарию, Японию и богатые ими Саудовскую Аравию, Венесуэлу, Иран, Ирак, Объединенные Арабские Эмираты, Ливию, Индонезию. Возможность и эффективность использования имеющихся энергетических ресурсов существенным образом зависят от степени социально-экономического развития того или иного района, от уровня общественного развития.

В истории человечества энергетика, в ее современном понимании, появилась сравнительно недавно, практически лишь с изобретением парового двигателя, двигателя внутреннего сгорания, а затем и электрического. Тысячелетия до этого человек использовал непосредственную энергию солнца (прямой нагрев, обжиг), ветра (парус, мельница), текучих вод (мельница), растительности (топливо) и лишь немного угля (металлургия).

Так или иначе, энерговооруженность человеческого труда в настоящее время играет все большую и большую роль, поскольку современное производство тесно связано с энергетикой и непосредственно зависит от нее. Соответственно энергетические ресурсы — весьма существенный компонент окружающей среды, с которым человек связан тысячами прямых и опосредствованных связей, как в индивидуальном, так и в общественном планах.

Водные ресурсы непосредственно определяют жизнь человека и социально-экономическое развитие тех или иных районов. Без достаточных водных ресурсов существенное социально-экономическое развитие невозможно, примером чему являются великие пустыни мира: Гоби, Аравия, Сахара, Намиб, Атакама, Калахари. В своей жизни человек как организм зависит от нали-

чия достаточного количества пресной воды. Пресная вода необходима и для производства, как промышленного, так и сельскохозяйственного. В то же время запасы пресной воды распределены на земной поверхности крайне неравномерно: есть районы, страдающие от ее недостатка и, наоборот, избытка. С древних времен человек вел борьбу за воду, перераспределяя ее в соответствии со своими потребностями: водохранилища, дамбы, каналы, оросительная сеть, осушительная сеть, водопровод. В настоящее время эта борьба ведется особенно напряженно в связи с ростом населения и производства. К тому же добавился и новый фактор — существенное загрязнение пресных вод суши отходами жизнедеятельности и производства, делающее их непригодными для непосредственного потребления. К задаче перераспределения водных ресурсов добавилась задача очистки (кондиционирования) воды.

Воздух как компонент окружающей среды служит непосредственным фактором жизни человека, с которым связана энергетика человеческого организма (дыхание). В процессе эволюции человеческий организм приспособился к вполне определенному составу окружающего воздуха, и всякое изменение этого состава приводит к пагубным последствиям для здоровья и жизни человека. Недостаток в воздухе кислорода, избыток углекислого газа, наличие примесей, повышенная радиоактивность, повышенная ионизация вызывают отрицательные физиологические реакции организма, делают среду непригодной для обитания человека. Все, конечно, зависит от степени изменений воздуха и длительности пребывания человека в измененной среде. Кумулятивный эффект длительного пребывания в мало измененной атмосфере может быть столь же отрицательным, как и эффект кратковременного пребывания в сильно измененной среде.

Почва — существенный компонент окружающей среды — является местом для поселения человека и средством производства пищи. Качество почвы оказывает серьезное влияние на географию и плотность населения: черноземные степи, Месопотамия, дельты Нила, Хуанхэ, Янцзы, Меконга. Вся география мирового земледелия и животноводства связана с качеством почвенного покрова. Хорошие пахотопригодные почвы ограничены в своем распространении на земной поверхности.

Человек вынужден вводить в сельскохозяйственное производство и худшие почвы: засоленные, солонцеватые, заболоченные, латеритные, каменистые, слитые, песчаные. Нерациональное использование почв ведет к их деградации и разрушению. Особенно широкое распространение имеет сельскохозяйственная эрозия почв. Имеют место и истощение и загрязнение почв вредными веществами. Почва играет серьезную роль и в водном балансе суши земного шара, регулируя поверхностный и подземный сток, а также и состав подземных и поверхностных вод. В своей жизни и деятельности человек связан с почвой множественными как прямыми (почва как средство производства), так и опосредствованными связями (почва как регулятор биосферных процессов).

Флора и фауна потребляются человеком как непосредственно, так и через производство. Взаимоотношения человека с растительным и животным миром крайне разнообразны и сложны.

Растительность — этот мощный преобразователь поступающей на землю солнечной энергии в энергию органического вещества — является начальным элементом всех многообразных пищевых цепей в биосфере, или экологических пирамид, в вершине которых стоит человек. Растительность непосредственно дает человеку пищу, одежду, кров, энергию (топливо), орудия труда. Растительность создает почву, поддерживает ее плодородие и охраняет ее от разрушения. Она поддерживает водный баланс суши земного шара и современный состав атмосферы, в частности баланс между кислородом и углекислым газом. Растительность поддерживает весь животный мир планеты, включая водных животных. Растительность имеет и огромное рекреационное и эстетическое значение, особенно в пределах и вокруг человеческих поселений, в засушливых районах.

Что же касается животных организмов, то их роль как компонента окружающей среды также весьма многообразна и не сводится только к созданию пищевых ресурсов человека. Однако мы не рассматриваем здесь специфическую роль разных групп организмов в биосфере в целом и в различных экосистемах. В данном контексте они нас интересуют в целом лишь как компонент окружающей среды, находящийся в сложных взаимоотношениях с другими компонентами. Животные

организмы оказывают серьезное влияние на растительный покров (травоядные животные, паразиты и вредители, насекомоядные птицы), на почву (землерои). Во всех проблемах окружающей среды приходится учитывать эту многообразную деятельность и связь различных организмов между собой и со средой их обитания.

То же можно сказать и о микроорганизмах, среди которых имеется огромное количество как вредных, так и полезных для человека и среды его обитания. Одни микроорганизмы обеспечивают питание человека, другие вызывают его болезни. Среди них есть как санитары биосферы, так и ее загрязнители. Эти невидимые существа составляют весьма важный компонент окружающей человека среды, с которым постоянно приходится сталкиваться человеку в жизни и деятельности, а в последнее время все чаще и в производстве.

Природные процессы и явления на земной поверхности очень разнообразны и в разных ее точках проявляются по-разному. Это, во-первых, множество различных геологических процессов (вулканизм, землетрясения, тектонические подъемы и опускания участков суши, оползни, сели, лавины, карст, цунами), влияние которых на человека и его деятельность может быть катастрофически разрушительным, частично разрушительным или слабым; оно может быть локальным, но может охватывать и огромные территории.

К атмосферным явлениям относятся грозы, ливни, град, ураганы, засухи — разрушительные явления на земной поверхности. Но комплекс атмосферных явлений охватывает и другие аспекты природы: дифференциацию климатов на Земле, солнечную радиацию, термические процессы, циркуляцию влаги, режим атмосферных осадков. Все эти явления непосредственно влияют на человека и его деятельность, учитываются и используются в меру его знаний и технической вооруженности.

Гидросферные процессы и явления также проявляются по-разному и могут носить катастрофический характер (наводнения, исчезновения подземных вод, резкий подъем грунтовых вод, размывание речных берегов и морских побережий), но могут быть и полезными с точки зрения человека (формирование подземных пресных вод и гидрографической сети).

Биосферные процессы охватывают создание, преобразование, разрушение и аккумуляцию органического

вещества на земной поверхности, взаимоотношения между различными группами организмов, взаимодействие между организмами и средой их обитания.

Перечисленные процессы и явления могут быть охарактеризованы как интегральные, комплексные, являющиеся результатом взаимодействия различных сил и процессов физической, химической и биологической природы, в основе которых лежат физические и химические процессы трансформации, транслокации и взаимодействия вещества и энергии. Гравитация, электричество, радиоактивность, магнетизм, звук, силы молекулярного и атомного взаимодействия — все эти природные явления оказывают существенное влияние на человека, составляют различные аспекты среды его обитания, учитываются и используются в его жизни и деятельности.

Приведенный перечень природных физических (материальных) компонентов окружающей среды ни в коем случае не является исчерпывающим. Он показывает лишь всю сложность рассматриваемого явления и необходимость учета огромного числа факторов природной среды, причем в их сложнейшем взаимодействии.

Методологически и на практике очень важно различать среди группы природных физических компонентов окружающей среды две большие подгруппы — это неизменные и измененные человеком природные физические компоненты, причем такое подразделение относится практически ко всем перечисленным выше.

Важность такого разделения можно проиллюстрировать следующими парами примеров: целинная почва — пахотная почва (культурная или деградированная), природная река — используемая река (зарегулированная несколькими плотинами, загрязненная, с большим водозабором), природный климат — микроклимат города, лес — парк, болото — осушенная территория, сухие земли — орошаемые земли, ненарушенная литосфера — горные выработки, лес — вырубка, безводная пустыня — искусственный оазис и так далее.

Степень изменения человеком природных физических компонентов окружающей среды непрерывно нарастает по мере развития человечества и особенно в эпоху бурного демографического и научно-технического прогресса. За время истории человеческого общества земная поверхность подверглась весьма существенным измене-

ниям именно под влиянием деятельности человека и продолжает интенсивно изменяться и сейчас: уничтожение лесов на больших пространствах и превращение лесных территорий в пашни и пастбища; распашка больших территорий; зарегулирование многих крупных и мелких рек; изменение состава, численности и распределения животных; изменение режима грунтовых вод на огромных территориях; изменение гидрологических процессов, в частности густой сетью коммуникаций; ускоренная эрозия почвенного покрова; осушение болот и исчезновение мелких рек; разработка колоссальных запасов полезных ископаемых.

Особенно большие изменения наблюдаются в составе и распределении на земной поверхности растительного покрова и связанного с ним животного мира. На значительных пространствах суши земного шара целинной природной растительности практически нет, она заменена либо вторичными растительными ассоциациями, либо искусственными экосистемами. Хотя природные экосистемы обладают определенной устойчивостью и инерцией, человек со своей производственной деятельностью порой оказывается сильнее.

Созданные человеком физические компоненты окружающей среды включают в себя также огромное количество материальных тел, процессов и явлений, имеющих только то общее, что они созданы человеком и являются искусственными по отношению к природе.

Во-первых, это большой класс искусственных материальных тел, которые можно обобщенно назвать машины и орудия, понимая под этим как сложнейшие станки, автомобили, тепловозы, теплоходы и летательные аппараты, так и простейшие палку, лопату, мотыгу, молоток, карандаш. Многие из них имитируют природные тела, однако они существенно отличаются по характеру взаимодействия с человеком.

Во-вторых, это множество синтетических материалов и продуктов, имеющих иные свойства по сравнению с природными веществами, которые, как машины и орудия, человек создает целенаправленно, имея в виду какие-то полезные со своей точки зрения качества. Однако их влияние на человека иногда может быть не таким, какое предусматривалось при их создании, просто в силу ограниченности человеческого знания: например, влияния таких веществ и материалов как синтетические

ткани, пластмассы, детергенты, химические удобрения, синтетические красители, пестициды, фреоны, сплавы, нефтяные продукты и т. д.

В-третьих, существенным искусственно созданным физическим компонентом окружающей среды является человеческое жилье и производственное помещение в самом широком понимании этих терминов. Это и дом (от соломенной хижины до свехрсовременного небоскреба из стекла и алюминия, бетона и стали), и фабрика, и небольшой населенный пункт сельского или городского типа, и большой завод, и огромный современный город с многомиллионным населением. Естественно, в окружении стен своего жилья и производства человек чувствует себя и взаимодействует с внешним миром иначе, чем в открытом пространстве. Качество жилья играет огромную роль во всей жизни человека, как и его питание и условия работы на производстве.

В-четвертых, это разнообразная одежда, которую человек использует для регулирования температуры своего тела в соответствии с климатическими колебаниями, а также для удовлетворения своих разнообразных потребностей защиты тела от неблагоприятных влияний среды.

Наконец, необходимо отметить организуемые человеком коммуникации — транспорт и связь, создающие новый по сравнению с природным состоянием аспект жизни и деятельности человека, и прежде всего возможность тесного общения между большим количеством людей в короткое время и на огромных расстояниях, общения как материального, так и информационного. Авиация дает возможность перемещать большие грузы и множество людей на любые расстояния в самые короткие сроки, а радио и телекоммуникации, особенно при помощи искусственных спутников, позволяют общаться практически со всем человечеством одновременно.

К созданным человеком искусственным физическим компонентам окружающей среды относятся и производственные, транспортные и бытовые шумы, действие которых на организм может быть в определенных случаях весьма неблагоприятным. Искусственно создаваемые в некоторых производственных и жилых условиях параметры радиации, состава воздуха, температуры, давления, электрического и магнитного полей также отно-

сятся к данной категории факторов окружающей среды, которые необходимо принимать во внимание при исследовании проблемы в целом.

Социально-экономические компоненты окружающей среды

То, что человек не только биологический организм, но и член человеческого общества, т. е. явление социальное, — аксиома. Соответственно он существует не только в физической среде своего обитания, но и в среде социальной, т. е. находится в постоянном обмене материальными телами, энергией и информацией с другими членами человеческого общества. Формы и объем такого обмена определяются прежде всего социально-экономическими факторами, или компонентами окружающей среды, а также индивидуальными особенностями личности.

Определяющим фактором социально-экономической среды является, конечно, способ производства, т. е. уровень развития средств производства и производственных отношений. Нет необходимости доказывать существенные различия в социально-экономической среде при разных общественно-исторических формациях: первобытнообщинном строе, рабовладельческом, феодальном, капиталистическом. Однако эта истина нуждается в определенном научном анализе в целях использования исторического подхода для современного управления окружающей средой.

Все страны в мире находятся сейчас на очень разных ступенях общественно-экономического развития. В настоящее время сосуществуют социализм, капитализм и феодализм, а кое-где имеются элементы даже рабовладельческого (в Мавритании, например, рабовладение было законодательно ликвидировано лишь в апреле 1980 г.) и первобытнообщинного строя. Если говорить о существующей социально-экономической дифференциации мира, можно выделить три крупные группы стран.

1. Страны социалистического содружества, имеющие мощную социалистическую экономику и соответствующие ей производственные отношения и социально-политические структуры. Уровень экономического разви-

тия этих стран несколько различается в соответствии с историческими причинами, но задача сближения экономики стран социалистического содружества решается весьма успешно. Положение человека в социально-экономической среде социалистических стран определяется конституционно и экономически гарантированным равенством всех тружеников на основе принципов социализма. Различное общественное и материальное положение людей определяется только личными качествами каждого члена общества и его вкладом в общее дело.

2. Развитые капиталистические страны, весьма различные по своему экономическому положению. Среди них явно выделяется подгруппа империалистических стран с мощной экономикой, таких как США, ФРГ, Япония, Англия и др. Есть и вторая четкая подгруппа капиталистических стран с более слабой экономической базой, таких как Испания, Португалия, Греция. Положение человека в социально-экономической среде капиталистических стран определяется прежде всего его классовой принадлежностью. И хотя современная классовая структура капиталистических стран довольно сложная, марксистское положение о разделении капиталистического общества на два основных противостоящих класса — пролетариат и капиталистов — полностью остается в силе. Социально-экономическая среда в этом обществе будет резко различной в зависимости от того, кем здесь является человек: капиталистом или наемным рабочим, президентом банка или мелким конторским служащим, владельцем пароходства или матросом; к этому надо добавить национальное неравенство в большинстве капиталистических стран, угнетение национальных меньшинств и рабочих-иммигрантов.

3. Развивающиеся страны, в большинстве своем в прошлом колонии или полуколонии. Они находятся на весьма разных уровнях социально-экономического развития, многие из них еще только ищут пути развития, колеблются между социализмом и капитализмом, многие несут еще черты феодальной организации общества, как правило, имеют очень слабую экономику. Многие из них вступили на путь строительства социализма, другие идут явно по капиталистическому пути развития. Среди них есть ряд стран, по уровню своей экономики догоняющие развитые капиталистические

страны (Бразилия, Индия), а есть и большая группа наименее развитых стран, экономика которых находится буквально в зачаточном состоянии (Буркина-Фасо, Чад, Уганда, Центральноафриканская республика). Для них характерны безработица, голод и постоянное недоедание значительной части населения, резкая классовая дифференциация общества, поляризация бедности и богатства. Положение человека в общественной структуре этих стран определяется его классовой, а часто и национальной и племенной или кастовой принадлежностью.

В чем же конкретно сказывается различное положение человека в общественной системе с точки зрения окружающей его среды? Можно выделить две группы факторов, весьма тесно связанных друг с другом: собственно экономические и собственно социальные факторы.

Экономические факторы определяют наличие или отсутствие физических возможностей удовлетворения растущих потребностей человека в условиях непрерывного прогрессивного развития человечества в целом или его отдельных групп. В различных общественно-экономических формациях эти факторы действуют различно, как в качественном, так и в количественном отношении.

Отсутствие экономических возможностей удовлетворения человеческих потребностей, объем и качество которых определяются конкретными историческими рамками, проявляется совокупно как бедность. Во времена Ивана Грозного люди не думали об электричестве или радио, а телевизор стал потребностью лишь последние десятилетия. Только социализм принес человеку избавление от этого позора и проклятия человечества. Однако на пяти шестых суши земного шара бедность существует и до сего времени, а местами и растет.

Бедность — понятие историческое. Она имеет смысл только в противопоставлении богатству. Нельзя назвать бедняком члена первобытнообщинного бесклассового общества на ранних этапах развития человечества, хотя у него не было ни машины, ни холодильника, ни даже мягкой постели. В то же время членов некоторых современных племен Южной Америки и Центральной Африки, имеющих первобытнообщинный строй и соответствующее экономическое устройство, можно считать

бедняками в сопоставлении с жителями развитых стран.

Понятие «бедность—богатство» — вполне определенная социально-экономическая категория, которая, с точки зрения концепции окружающей среды, имеет относительный характер и должна рассматриваться в определенных социально-экономических пределах, вне которых она теряет смысл. Категория «бедность — богатство» появляется с разделением общества на классы и порождается частной собственностью, экспроприацией орудий и средств производства одной частью общества, и присвоением продуктов труда одной части общества другой. Длительная история развития человечества знает разные формы поляризации общества на бедных и богатых, на тех, кто имеет все, и тех, кто не имеет ничего. Однако все эти формы имеют общую природу: они основаны на насилии, на угнетении человека человеком, на эксплуатации большинства меньшинством. Это и рабовладение, и феодальная зависимость или крепостничество, и капиталистическая форма организации производства и соответствующих общественных отношений. Во всех классово-поляризованных общественно-экономических формациях категория «бедность—богатство» присутствует во всей своей полноте.

Крайнее выражение бедности — нищета, при которой человек не имеет возможности удовлетворить даже самые насущные свои потребности в жилье, пище и одежде, не говоря уже о здравоохранении, информации, образовании, социальном развитии и прочих «роскошных» вещах или «растущих потребностях». При нищете нет даже слова о росте потребностей: быть бы живу.

Что такое бедность, нищета с точки зрения окружающей человека среды, его экологии как организма, его места в системе человеческого общества?

Бедность — это, во-первых, голод, недоедание, отсутствие экологически сбалансированного обмена веществ. Во-вторых, это отсутствие возможности поддерживать нормальный температурный режим человеческого тела путем соответствующей одежды и устройства жилья. В-третьих, это отсутствие соответствующих условий гигиены, санитарии и здравоохранения, без чего жизнь современного человека просто невозможна. В-четвертых, это изнурительный тяжелый труд с постоянным перенапряжением организма. В-пятых, это постоянная психологическая депрессия человека, в край-

них случаях приводящая к самоубийствам. Все это приводит в конечном итоге к большому проценту заболеваемости, потери трудоспособности и смертности. Особенно велика заболеваемость и смертность детей бедняков.

В условиях капиталистического производства и колониальной эксплуатации бедность связана с другой социально-экономической категорией — безработицей. Безработица — это неизбежное следствие капиталистического производства и колониализма, связанное с самой природой капитализма, с бешеной погоней за капиталистической прибылью, за наживой любой ценой.

Безработица страшна как экономически, так и социально. Экономически, с одной стороны, — это бедность миллионов людей, а с другой — это своеобразный регулятор капиталистической эксплуатации трудящихся, вынужденных работать с перегрузкой организма под страхом потери работы. Социально безработица — это дамоклов меч, постоянно угрожающий труженику в капиталистической системе. Ни один трудящийся не гарантирован от того, что завтра он не окажется за воротами своего завода, фабрики, фермы, учреждения. А это очень сильно действует на любого человека как психологически, так и физиологически.

Сравним в этом отношении положение трудящихся и человека вообще в социалистическом обществе. Во-первых, это гарантированный труд, полное отсутствие безработицы, отсутствие поляризации на бедных и богатых. Во-вторых, это гарантированные санитария, гигиена, здравоохранение. В-третьих, это гарантированное жилье. Это надо осмыслить как следует и прочувствовать, чтобы понять какая колоссальная разница в состоянии социально-экономической окружающей среды в разных общественно-экономических формациях.

Чтобы полнее понять всю остроту проблемы «бедность—богатство» в настоящее время и ее место в общей проблеме окружающей среды, рассмотрим несколько подробнее современное состояние человечества в этом отношении. Прежде всего необходимо понимать, что большинство стран современного мира — это либо капиталистические страны, либо развивающиеся страны (бывшие колонии и полуколонии), т. е. страны с резко выраженной дифференциацией общества на бедных и богатых.

По данным статистического ежегодника ООН за 1977 г. (United Nations, 1978), различия в социально-экономической окружающей среде проявляются между разными странами мира буквально во всех отношениях.

Совокупный национальный продукт развивающихся стран Африки, Азии и Латинской Америки в 10—20—80 раз меньше, чем развитых капиталистических стран. Развитые страны потребляют в сотни раз больше энергии в расчете на каждого жителя, чем развивающиеся. Например, житель США потребляет сахара в среднем 47 кг в год, а житель Австралии — даже 57, а житель Бангладеш всего лишь 1,5, Бирмы — 2,5 кг. В США потребляется ежегодно в среднем на каждого человека 604 кг стали, в Японии — 534, в Бангладеш — только 1, в Бирме — 3 кг.

Особенно большие контрасты существуют между странами в здравоохранении. Если в развитых странах один врач обслуживает 350—850 человек, т. е. должен в среднем принять 1—2 больных ежедневно (если принять, что каждый должен поболеть или проконсультироваться раз в году), то в Индонезии один врач приходится на 18 863 человек, в Бурунди — на 45 432, а в Нигере — даже на 55 422 человек (около 200 больных в день на одного врача!). Соответствует этому и результат: в развитых странах человек в среднем живет до 70 лет, а в развивающихся странах Африки и Азии — лишь до 40 (в Габоне средняя продолжительность жизни мужчин 25 лет!). В Замбии умирает в раннем возрасте 259 из каждых 1000 рожденных детей, в Габоне — 229, в Нигере — 200, в Бирме — 195, в Индии — 122 и т. д.

Огромных размеров достигает в капиталистических и развивающихся странах безработица. Только в США в 1976—1980 гг. насчитывалось более 7 млн. безработных, т. е. почти каждый десятый трудоспособный житель страны не имел работы, а значит не имел и средств для нормального существования. В Пуэрто-Рико и Ямайке в те же годы не имел работы каждый пятый. Безработица в капиталистических странах является хронической, а в последние годы катастрофически растущей (табл. 1).

Характерным показателем социального неравенства является также и уровень грамотности населения, а ведь от степени грамотности очень зависит социальное

Таблица 1

Безработица в капиталистических и развивающихся странах,
тыс. человек/% от всех трудоспособных

Страны	1968 г.	1970 г.	1972 г.	1974 г.	1976 г.
Капиталистические страны					
Австралия	78/1,5	75/1,4	125/2,3	133/2,3	268/4,4
Австрия	71/2,9	58/2,4	49/1,9	41/1,5	55/2,0
Англия	587/2,5	612/2,6	876/3,8	615/2,6	1359/5,9
Бельгия	116/4,5	82/2,9	105/3,4	124/4,0	267/8,6
Греция	74	49	24	27	29
Дания	41	25	33	50/2,5	126/6,1
Израиль	59/6,1	38/3,8	29/2,7	34/3,0	43/3,6
Испания	182/1,5	146/1,1	191/1,5	150/1,1	376/2,8
Италия	684/3,5	609/3,2	697/3,7	560/2,9	732/3,7
Канада	382/4,8	495/5,9	562/6,3	525/5,4	736/7,1
Нидерланды	72/1,9	46/1,1	108/2,7	135/3,6	210/5,5
Норвегия	—	—	28/1,7	25/1,5	32/1,8
США	2817/3,6	4088/4,9	4840/5,6	5076/5,6	7288/7,7
Финляндия	88/4,0	41/1,9	55/2,5	39/1,7	90/4,0
Франция	254	262	384	498	934
ФРГ	324/1,5	149/0,7	264/1,1	283/2,6	1060/4,6
Швеция	85/2,2	59/1,5	107/2,7	80/2,0	66/1,6
Развивающиеся страны					
Африка					
Гана	17	17	31	28	33
Египет	244/3,1	198/2,4	135/1,5	209/2,3	—
Замбия	13	10	13	11	—
Марокко	23	32	30	26	17
Нигерия	13	14	15	21	19
Тунис	—	64	32	32	33
Латинская Америка					
Аргентина	153/5,0	158/4,8	222/6,6	122/3,4	—
Боливия	—	121	122/5,6	86/3,7	63/3,2
Бразилия	710	725	1034	—	—
Венесуэла	182/6,3	199/6,3	—	220	—
Пуэрто Рико	87/11,7	84/10,8	101/11,9	117/13,3	179/19,6
Уругвай (Монтевидео)	43/8,4	39/7,5	42/7,7	38/8,1	198/22,4
Ямайка	145/19,9	—	185/23,2	174/21,2	198/22,4
Азия					
Бирма	70	76	108	118	151
Индия	2903	3726	5928	8378	9563
Индонезия	36	31	91	89	157
Малайзия	128	169	161	135	110
Пакистан	181	229	157	190	199
Сингапур	65	51	36	33	35
Сирия	131/7,4	100/6,4	81/4,7	87/5,1	113/6,2
Филиппины	977/7,8	—	867/6,3	584/4,0	—
Шри Ланка	266	381	440	489	547

Таблица 2

**Процент неграмотного населения в мире
(в возрасте старше 15 лет)**

	1950 г.	1960 г.	1970 г.
Мир в целом	44,3	39,3	34,2
Африка	88,4	81,0	73,7
Северная Америка	3,0	2,4	1,5
Латинская Америка	42,2	32,5	23,6
Азия	62,9	55,2	46,8
Европа	8,1	5,3	3,6
Океания	12,6	11,5	10,3
Население мира в этом возрасте, млн.	1579	1869	2287

и экономическое положение человека в современном обществе (табл. 2). В 1970 г. в Африке было почти три четверти населения неграмотно, а в Азии — почти половина всего населения.

Значительной части населения мира просто недоступны такие понятия, как электричество, кино, радио, телевидение, велосипед, часы. В мире сейчас ежегодно голодает почти 1 млрд. человек, т. е. четверть всего населения планеты. Еще столько же людей недостаточно питаются.

Таким образом, говоря о качестве социально-экономической окружающей среды, необходимо прежде всего иметь в виду удовлетворение элементарных потребностей в пище, воде, одежде, крове, здравоохранении, образовании, работе. Именно этими показателями определяется в первую очередь качество социально-экономической среды обитания человека, хотя они и не являются единственными.

Социальный стресс также имеет много проявлений, связанных с различным положением человеческой личности в обществе. Здесь весь комплекс прав и обязанностей человека по отношению к обществу. Бесправное положение значительной части населения мира усиливает и их экономический стресс. Непреодолимая пропасть лежит между эксплуататорами и эксплуатируемыми. И среда их существования резко различна: один живет во дворце, другой — в хижине; один питается четыре раза в день калорийной пищей, другой —

раз в день и чем придется; один имеет персонального врача, другой не знает никакого, кроме деревенского знахаря или шамана.

О какой среде обитания можно говорить для детей-рабов, количество которых в мире составляет, по данным Международной организации труда, 93 млн.; 52 млн. детей в возрасте до 15 лет трудятся на заводах, шахтах и фермах за мизерную плату, а часто и бесплатно, только за кусок хлеба и жилье; 41 млн. детей таким же образом эксплуатируются их семьями. Только в одной Индии насчитывается 16,5 млн. работающих на производстве детей.

Бедность со всеми ее последствиями — одна из наиболее сложных проблем. Проблема эта многоплановая и крайне острая политически, особенно резко и постоянно проявляющаяся в дискуссиях по различным вопросам на всевозможных международных форумах.

«Бедность—богатство» — проблема классового общества, проблема социально-экономического неравенства людей в обществе, разделенном на классы имущих и неимущих. В современном мире это прежде всего проблема капитализма. В странах ЕЭС 30 млн. человек живут ниже уровня бедности, и число бедняков все время растет. В Великобритании насчитывается 2 млн. бедняков, во Франции — 2,5, в Италии — почти 4 млн.

Однако не только «бедность—богатство» входит в понятие социальной окружающей среды. Необходимо учитывать и многие другие факторы, например, продолжительность трудового дня, ежедневный путь от жилья до работы, оплачиваемый отпуск для отдыха, условия рабочего места, взаимоотношения с другими людьми (с соседями, товарищами, руководителями, подчиненными, администрацией, государственным аппаратом), общественная работа (членство в разных общественных организациях), доступность достижений культуры, массовой информации и т. д.

Социальный стресс привлекает в последнее время особое внимание работников здравоохранения, социологов и государственных деятелей. Все больше и больше накапливается данных, свидетельствующих о том, что с ним непосредственно связаны многие заболевания человека, особенно болезни сердечно-сосудистой и нервной систем. Там, где общество устроено плохо, огромное число людей болеет нервными расстройствами,

наркоманией, различными болезнями сердца и т. п. Все это в первую очередь относится к капитализму, где противоречия между людьми, принадлежащими к разным классам общества, обострены до предела и где конкуренция, острая борьба за место в жизни, эксплуатация одних другими является основой общественного устройства.

Особое место в ряду социальных факторов окружающей среды имеют образование и информация.

По данным ЮНЕСКО, география неграмотности в мире практически полностью совпадает с географией бедности. И хотя число неграмотных в мире снизилось с 44% в 1950 г. до 34% в 1970 г., в мире все еще насчитывается более 800 млн. неграмотных. В 25 наименее развитых странах количество неграмотных достигает 80%. В 1980 г. в мире еще было 240 млн. детей в возрасте до 14 лет, лишенных возможности посещать школу, а число неграмотных возросло еще больше. Из 435 млн. детей в возрасте от 7 до 12 лет в наименее развитых странах, менее половины в 1970 г. посещали начальную школу. По данным ООН, в 1976 г. в мире насчитывалось на одного учителя и преподавателя (любого уровня): в Африке — 282 человека (включая все население), в Северной Америке — 109, в Южной Америке — 74, в Азии — 294, в Европе — 91, в Океании — 110.

Таким образом, социальная среда является очень важным и неотъемлемым компонентом окружающей среды, в которой обитает человек. В некоторых случаях, например при «абсолютной бедности» или резко выраженном социальном стрессе, социальные компоненты окружающей среды оказывают решающее отрицательное влияние на здоровье и жизнь человека.

Не менее важно подчеркнуть и то обстоятельство, что социально-экономическая среда как компонент окружающей среды является в свою очередь очень сложной поликомпонентной системой, включающей многочисленные и крайне разнородные факторы и явления, лишь немногие из которых были охарактеризованы выше.

При детальном анализе каких-то конкретных проблем окружающей среды весь этот сложный комплекс социально-экономических параметров необходимо принимать во внимание.

Человек как компонент окружающей среды

Методологически очень важно установить то обстоятельство, что человек, особенно с появлением человеческого общества, сам является компонентом окружающей среды. В наиболее простом восприятии это аргументируется фактом многообразного социально-экономического или физического влияния на человека других членов общества, в котором он обитает: членов семьи, соседей, членов рабочего коллектива, администрации, государственного аппарата. В свою очередь и сам человек влияет определенным образом на окружающих его людей. Если другие люди составляют окружающую среду для отдельно взятого человека, то сам он является элементом окружающей среды для других людей.

Влияние человека как компонента окружающей среды на других людей многообразно и может быть как непосредственным, так и опосредствованным. Это может быть и чисто физическое воздействие, примеры которого варьируют от телесного или иного наказания до уничтожения или ранения одних групп людей другими в ходе войны. Это может быть и психологическое воздействие одних людей на других, как в случаях воспитания, образования, искусства, политической деятельности. Влияние может быть чисто экономическим, как при наемном труде или разных формах общественного труда.

Влияние одних людей на других является исторической категорией и в принципе различно при разных общественно-экономических формациях в рамках того или иного общества. Если в классовом обществе, основанном на частной собственности и угнетении, отношения между людьми характеризуются главным образом эксплуатацией одной части общества другой, поляризацией общества на бедных и богатых, то в обществе, основанном на принципах социализма, между людьми складываются совершенно иные отношения — товарищество, взаимопомощь и равенство. Социальное равенство людей — главный залог благоприятной человеческой среды обитания. Угнетение и эксплуатация в классово-поляризованном обществе создают крайне неблагоприятную общественную среду обитания для подавляющего большинства членов этого общества.

Опосредствованное влияние людей друг на друга проявляется через производство, т. е. через взаимодействие человека с окружающей физической средой обитания как природной, так и искусственно созданной самим же человеком. Изменяя природу в процессе своей производственной деятельности, создавая новые искусственные предметы и вещества, человек оказывает существенное влияние на жизнь других людей. Это влияние постоянно возрастало как в качественном, так и в количественном выражении по мере развития человечества. Оно стало особенно интенсивным и многообразным в современную эпоху бурного научно-технического прогресса, когда человек стал мощным фактором природы. Примеры опосредствованного влияния людей друг на друга хорошо известны как из повседневной жизни, так и из истории человечества. В качестве одного из них можно привести вырубку природных лесных массивов в истоках рек в процессе производственной деятельности населяющих эти территории людей, что приводит к наводнениям в низовьях, где живущие тут люди страдают от потери посевов, жилья, имущества, а иногда и жизни. В процессе труда, производства влияние людей друг на друга проявляется повседневно и непрерывно, в больших или малых масштабах.

Диалектическое единство человека как компонента и как объекта окружающей среды весьма сложно: человек зависит от среды своего обитания, влияет на нее, управляет ею и сам является ее компонентом. Человек, и человеческое общество в особенности, обладает возможностью целенаправленного изменения окружающей среды, приспособлявая ее к своим потребностям. В этом одно из существенных отличий его от остального животного мира: если животные преимущественно приспособляются к среде обитания, то человек преимущественно приспособляет среду к своим потребностям, целесообразно воздействуя на нее в меру своих технических возможностей на том или ином этапе (Гирусов, 1976).

Ассимиляция человеком окружающей среды протекает непрерывно в процессе постоянно идущего обмена веществ, энергии и информации. Это относится как к индивидуальному человеческому организму, так и к обществу в целом. В то же время индивидуальное и общественное восприятие окружающей среды может быть различным в зависимости от индивидуальных

особенностей личности, с одной стороны, и от социально-экономической структуры общества — с другой. В этом отношении особенно показательно острое общественное восприятие проблем окружающей среды в современную эпоху.

Взаимосвязь компонентов окружающей среды

Все описанные выше компоненты окружающей среды тесно связаны между собой множеством разнообразных связей, составляя единую систему, составной частью которой является и сам человек (рис. 3). Часть связей

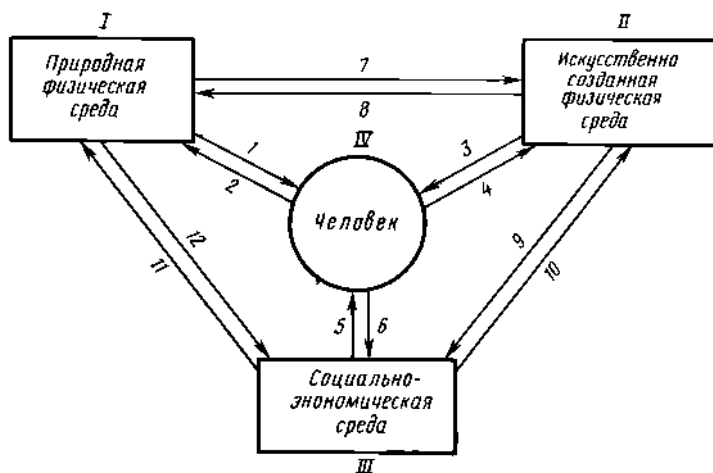


Рис. 3. Система «человек—окружающая среда». Пояснения см. в тексте

в этой системе является непосредственной, среди которых можно различить прямые непосредственные связи (например, см. рис. 3, 1, 3, 5, 7, 9, 11) и обратные непосредственные связи (2, 4, 6, 8, 10, 12 на рис. 3). В то же время многие связи носят и опосредствованный характер, среди которых также можно выделить прямые опосредствованные связи (например, 7—3 или 11—1—4 или 11—7—3 и т. п.) и обратные опосредствованные связи (например, 4—8 или 3—2—12 или 4—8—12 и т. п.)

Как в каждой очень сложной системе, каждая из связей может носить характер прямой или обратной, непосредственной или опосредствованной, в зависимости от условий функционирования системы в тот или иной момент времени, а также в зависимости и от условий и момента рассмотрения этой системы. Количество разнообразных комбинаций связей в системе поистине бесконечно, особенно если принять во внимание тот факт, что каждая из подсистем в системе «человек—окружающая среда» является крайне сложной многокомпонентной системой в свою очередь (например, подсистема «природная физическая среда»).

Рассмотрим в общем виде связи различных подсистем в сложной системе «человек—окружающая среда».

Подсистема «человек—природная физическая среда» теоретически разработана основоположниками марксистско-ленинской теории. В последнее время она очень подробно рассмотрена в ряде монографий. Так, специальный анализ ее дан в книге Э. В. Гирусова «Система общество—природа» (1976). Подчеркнем лишь несколько важных в методологическом отношении моментов, существенных для понимания функционирования системы в целом.

Во-первых, обособившись от остальной природы на определенной ступени своего развития, человек все же является биологическим организмом и следовательно — структурным элементом природы. Как организм он подчиняется всем ее законам и участвует в общем природном круговороте веществ и энергии. Мало того, человек существенно преобразует природный круговорот веществ и энергии как в качественном, так и в количественном отношении, создавая новые антропогенные циклы вещества и потоки энергии.

Во-вторых, воздействие человека на окружающую природу все больше возрастает по мере развития человеческого общества. С ростом технической вооруженности труда, по мере прогрессирующего истощения невозобновимых природных ресурсов и количественного роста самого человечества, человек все более сильно влияет на окружающую его природу. С прогрессивным развитием человечества и его технической вооруженности зависимость человека от природной окружающей среды постепенно уменьшается.

Очень важно подчеркнуть существенный методоло-

гический аспект этих двух постулатов. Как усиление влияния человека на природу, так и уменьшение его зависимости от природы не является безусловными, а должны пониматься диалектически и относительно. Формула «человек—хозяин природы» весьма опасна и привела в истории человечества к весьма большим ошибкам и ряду катастрофических последствий. Человек может целесообразно влиять на природу лишь на базе познания ее законов и явлений и в рамках этих законов и явлений, не забывая при этом, что он сам является частью природы и не единственным биологическим организмом на планете.

В-третьих, связи между человеком и окружающей природной средой в рассматриваемой подсистеме могут быть не только непосредственными по схеме I—IV (см. рис. 3), но также и опосредствованными через другие компоненты и подсистемы общей системы «человек—окружающая среда», например по схемам I—III—IV, I—II—IV, I—II—III—IV, I—III—II—IV и т. п. Особенно важно отметить опосредствование связей между человеком и природой через социально-экономическую среду. Даже биологические функции человеческого организма в сильной степени зависят от социально-экономических условий обитания. Точно так же и влияние человека на природу определяется социально-экономическими условиями общественного развития.

Все отмеченные особенности подсистемы «человек—природная окружающая среда» весьма основательно рассмотрены в «Капитале» Маркса, «Диалектике природы» и «Анти-Дюринге» Энгельса, «Материализме и эмпириокритицизме» Ленина. Важно подчеркнуть еще раз их принципиальное методологическое значение в данном контексте, в теории науки об окружающей среде.

Подсистема «человек—искусственно созданная физическая среда» привлекает сейчас наибольшее внимание ученых и политиков во всем мире в связи с прогрессирующим ростом загрязнения среды и ростом количества разнообразных искусственных продуктов. Поскольку конкретные элементы и функции этой подсистемы будут подробно рассмотрены ниже, как и для других подсистем, то важно также подчеркнуть методологические аспекты опосредствования связей в этой подсистеме. Кроме прямых связей по схеме II—IV (см. рис. 3)

здесь также самое существенное значение имеют связи опосредствованные: II—I—IV, II—III—I—IV и т. д. Искусственная среда может влиять на человека непосредственно (например, прямое радиоактивное облучение), через другие природные процессы и организмы (выпадение радиоактивных осадков, потребление накопивших радионуклиды животных или растений), одним образом в тропиках и другим — в умеренных широтах. И опять-таки важнейшее значение имеет опосредствование через социально-экономические условия: например, под влиянием различных систем охраны труда и техники безопасности, различного законодательства, различных экономических условий влияние на человека искусственных продуктов будет существенно различным.

Подсистема «человек—социально-экономическая среда» кроме самостоятельного существенного значения в рассматриваемой системе (см. с. 27) играет важнейшую роль регулятора взаимодействий между другими компонентами и подсистемами, что связано прежде всего с тем, что человек — это не просто биологический организм, а явление общественное. Практически все связи человека с окружающей физической средой опосредствованы через социально-экономические условия. Вне общества человек не существует. Именно поэтому так важно включение социально-экономических аспектов в учение об окружающей среде, без которых оно превращается в схоластику, в то время как должно давать теоретические основания для практических действий управления.

Как и в предыдущих подсистемах, здесь также кроме непосредственных связей по схеме III—IV (см. рис. 3) существует множество и опосредствованных связей как, например, III—I—IV (путем преобразования природы крупных регионов) или III—II—IV и III—II—I—IV (путем соответствующего законодательства и мероприятий по охране природы).

В этом анализе системы нет ничего нового по отношению к основополагающему положению диалектического материализма о всеобщей взаимосвязи явлений природы и общества. Проведенный анализ состава системы «человек—окружающая среда» является лишь конкретным приложением этого общего философского положения и диалектического метода.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Перечислите компоненты окружающей среды.
2. Что входит в природные физические компоненты окружающей среды?
3. Приведите примеры искусственно созданных физических компонентов окружающей среды.
4. Какова роль минеральных ресурсов как компонента окружающей среды в развитии общества?
5. Охарактеризуйте водные ресурсы как компонент окружающей среды.
6. Какова роль почвы как компонента окружающей среды?
7. В тропиках преобладают исключительно бедные почвы, в умеренных широтах много плодородных почв; есть ли связь между такой географией почвенного покрова и тем, что страны тропического пояса слабо развиты, а в умеренных широтах преобладают экономически развитые страны? Можно ли так ставить вопрос?
8. Чем отличаются измененные человеком природные компоненты окружающей среды от неизмененных? Приведите примеры и проанализируйте их.
9. Что определяет характер социально-экономической окружающей среды?
10. Что такое бедность? Какова роль бедности в окружающей среде?
11. Охарактеризуйте человека как компонента окружающей среды.
12. Проанализируйте подсистемы I—II, II—III и I—III на рис. 3.
13. Дайте конкретные примеры связей с 1 по 12 на рис. 3.
14. Дайте конкретный пример связей 7—1, 10—7—1 на рис. 3.
15. Почему система «человек—окружающая среда» является очень сложной системой?

Глава 2

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Взаимодействие человека с природной средой в производстве

Взаимодействие человека с окружающей природной средой многообразно, протекает в разных формах и с разной интенсивностью на различных этапах исторического развития. Если на первых стадиях развития человека взаимодействие характеризовалось главным образом приспособлением его к среде обитания, то на более поздних и особенно на современном историческом

этапе все большую роль играет изменение окружающей среды, включая как целенаправленное преобразование природы, так и стихийные непредвиденные последствия деятельности людей.

Важно подчеркнуть существенное качественное различие между взаимодействием со средой человеческого индивидуума и человеческого общества. Последнее осуществляется в процессе общественного производства как главной по объему, значению и последствиям сфере взаимодействия.

Непрерывное взаимодействие человека со средой обитания осуществляется через труд, производство и потребление в рамках определенных исторических общественных отношений. Детально взаимодействие человека с природной средой посредством труда было исследовано К. Марксом в «Капитале», где он, в частности, писал:

«Труд есть прежде всего процесс, совершающийся между человеком и природой, процесс, в котором человек своей собственной деятельностью опосредствует, регулирует и контролирует обмен веществ между собой и природой»¹. Опосредствованный трудом, производством как высшей формой труда, характер обмена веществ и энергии составляет главное отличие человека от всех других организмов биосферы.

Производственная деятельность современного человека весьма обширна и многогранна. Рассмотрим интересное нас взаимодействие на примере главных ее видов, что даст необходимое фактическое основание для некоторых обобщений, нужных для разработки теории управления окружающей средой.

Добыча полезных ископаемых представляет собой один из наиболее интенсивных видов взаимодействия человека с природной средой в процессе производства, при котором человек выступает как мощный фактор преобразования лица планеты.

Добытая и используя в своей жизнедеятельности горючие ископаемые (нефть, уголь, природный газ, лигнит, торф), которые накапливались миллионы лет в течение геологической истории Земли, человек постепенно исчерпывает их запасы и переводит в конечном итоге в углекислый газ и карбонаты, меняя тем самым сос-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 188.

тав литосферы и ее строение в местах добычи (пустоты, карьеры, отвалы). По сравнению с длительностью образования и накопления горючих ископаемых их полная выработка человеком составляет лишь один шаг в геологической истории (за несколько столетий они будут полностью исчерпаны).

Что касается других видов полезных ископаемых, например руд железа и других металлов, известняка, различных солей, то судьба их иная. В геологической истории Земли они были сконцентрированы длительными геохимическими процессами в определенных точках планеты, формируя залежи веществ того или иного состава. Добывая и используя их, человек, во-первых, переводит залежи в другие формы химических соединений, а во-вторых, перераспределяет по поверхности Земли, рассеивая, как правило, бывшие геологические аккумуляции. Общее количество, например, железа на земной поверхности при этом не изменится, но, после того как промышленные залежи железных руд будут постепенно исчерпаны (а запасы их ограничены), добывать железо из рассеянного состояния человеку будет значительно труднее. То же можно сказать и в отношении любых других видов минерального сырья, добываемого человеком, в отношении любого элемента, нужного человеку в тех или иных целях. Самое важное в этом процессе — это его ускоренный и расширяющийся характер. Если на заре производства человек добывал из земли лишь железо и медь, немного серебра и золота, то сейчас он добывает практически все известные элементы.

В процессе добычи полезных ископаемых человек перемещает огромное количество горных пород из мест их природного залегания часто на довольно значительные расстояния, особенно при добыче различных руд и строительных материалов. Все это приводит к существенному изменению природы не только в местах непосредственной добычи, но и на значительном расстоянии от них, причем не только изменяется состав и строение литосферы, но меняется весь природный комплекс, включая биосферу. Происходящие изменения природного комплекса в результате интенсивной добычи полезных ископаемых, как правило, неблагоприятны для биосферы, ведут к ухудшению окружающей среды, рекультивация которой требует больших капитальных

затрат. Добыча многих полезных ископаемых сопряжена с непосредственной опасностью для здоровья человека (ионизирующая радиация, силикоз и т. п.). Работа в подземных рудниках даже при самой высокой организации труда и техники безопасности — всегда очень тяжелый труд.

Можно выделить следующие виды неблагоприятного влияния добычи полезных ископаемых на окружающую среду.

1. Истощение невозобновимых природных ресурсов: уничтожение горючих ископаемых, перевод их в CO_2 и карбонаты; рассеяние геологических аккумуляций негорючих ископаемых; создание новых физических тел среды, имеющих иной химический состав по сравнению с природными телами.

2. Порча земли выемками и отвалами: в открытых карьерах руд, стройматериалов, угля; отвалами шахт; драгированием прибрежного или донного песка и гравия.

3. Перемещения и провалы земли над рудниками: просадки поверхности; склоновые оползни.

4. Гидрологическое влияние на поверхностный и грунтовый сток: понижение регионального и местных уровней грунтовых вод; изменение гидрографической сети, седиментация русел.

5. Загрязнение поверхностных и грунтовых вод: дренажными шахтными водами; при размывании дождевыми осадками отвалов.

6. Загрязнение атмосферы: запыление из карьеров и отвалов; загрязнение при обработке и плавке руд, особенно содержащих сульфиды; загрязнение при сжигании топлива.

7. Загрязнение почвы: вокруг рудников тяжелыми металлами, соединениями серы и других элементов.

8. Загрязнение океана: при перевозках полезных ископаемых (нефть, руды); при добыче ископаемых с океанского дна, особенно нефти; при стоке с суши.

9. Формирование условий в рудниках, непосредственно опасных для здоровья человека: смертность и травматизм в рудниках; нарушения дыхания и болезни при добыче и переработке руд; облучение ионизирующей радиацией.

Как видим, добыча полезных ископаемых влечет за собой целую серию побочных эффектов, приводящих

к нарушениям окружающей среды, влияющим на самого человека.

Земледелие — также процесс весьма интенсивного взаимодействия человека с окружающей средой, причем имеющий множество аспектов как в отношении среды, так и в отношении самого человека.

Широкое развитие земледелия прежде всего связано с уничтожением природной растительности и изменением биологического круговорота веществ и водного режима на значительной территории. Если в настоящее время в мире распахивается около 1,5 млрд. га земли, то за историю человечества через земледелие прошла еще такая же площадь земель, сейчас не обрабатываемых. Под земледелие были использованы земли степных, саванных и лесных природных зон, а также речных долин и дельт.

Обработывая поле, земледелец оказывает влияние не только на непосредственно подлежащий использованию участок, но и на окружающее пространство, особенно в наше время широкого распространения мелиорации, химизации и механизации в земледелии.

К сожалению, за всю историю человечество так и не научилось рационально использовать земельные ресурсы. До сих пор огромные площади плодородных земель подвергаются деградации, хотя есть и прекрасные примеры очень бережного отношения к земле, использования ее тысячелетиями, освоения и улучшения новых, природно малоплодородных или бесплодных земель. Бич земледелия — эрозия почвенного покрова — поражает около половины всех распахиваемых земель. Ежегодные потери земли в мире от разных видов эрозии достигают многих миллионов гектаров, многие тысячи гектаров теряются из-за вторичного засоления.

Ниже мы особо рассмотрим современную проблему земельных ресурсов. Исключительно велико воздействие земледелия на почвенный и растительный покров планеты, а также гидрологические процессы, что приводит к резкому изменению структуры и функций биосферы на земледельчески освоенных территориях.

Первый человек был охотником и собирателем, современный же человек не может жить без земледелия, дающего основу его питания, причем роль земледелия и его масштабы все более возрастают по мере роста населения Земли.

Влияние земледелия на окружающую природную среду проявляется в следующем.

1. Уничтожение природной растительности на больших площадях и замена ее полевыми или плантационными культурными растениями немногих видов.

2. Превращение природных биогеоценозов в агроценозы.

3. Превращение бесплодных почв и малопродуктивных природных экосистем в высокопродуктивные земледельческие угодья посредством мелиораций.

4. Уничтожение природных местообитаний животных.

5. Деградация почвенного покрова в условиях его нерационального использования: водная и ветровая эрозия почв; истощение почв; засоление и осолонцевание почв; заболачивание почв; загрязнение почв избыточными удобрениями и пестицидами; образование хартпэнов в почвах.

6. Изменение природного радиационного и водного баланса обширных территорий, ведущее к климатическим изменениям.

7. Изменение гидрологического режима территорий: усиление поверхностного стока; истощение грунтовых вод и падение их уровня; повышение уровня грунтовых вод при орошении; усиление седиментации в руслах рек.

8. Загрязнение поверхностных и грунтовых вод удобрениями, водорастворимыми солями, пестицидами, отходами производства.

9. Загрязнение атмосферы: при внесении удобрений и пестицидов с помощью авиации, при выделении азотистых соединений удобрений из почвы в атмосферу путем денитрификации.

10. Загрязнение океана усиленным стоком с земледельческих территорий.

Территориально влияние земледелия на лик планеты и окружающую природную среду в целом особенно существенно вследствие больших масштабов этого вида человеческой деятельности. Особенно надо отметить образование бросовых земель, опустыненных территорий в результате нерационального землепользования, что в прошлом было широко распространено. Некоторые ученые считают, что значительная часть современных пустынных пространств — это бывшие земледельческие

территории. Забрасывание деградированных земель довольно широко практикуется и сейчас.

Животноводство тесно связано с земледелием, хотя и является самостоятельным видом человеческой деятельности, особенно если иметь в виду широко распространенное пастбищное скотоводство.

Неблагоприятное влияние животноводства на окружающую среду проявляется, как правило, лишь в случае его особенно сильной интенсификации без учета имеющихся природных ресурсов при перегрузке пастбищ. Однако определенное воздействие имеет место во всех случаях. Можно отметить следующие направления воздействия животноводства на окружающую среду.

1. Уничтожение природной растительности на больших пространствах и опустынивание вследствие перегрузки пастбищ.

2. Деграция природной растительности на пастбищах.

3. Выбивание растительности и эрозия почвенного покрова вокруг колодцев и коралей, а также на прогонах.

4. Загрязнение поверхностных вод отходами животноводства: близ боен и перерабатывающих предприятий; при стойловом содержании скота; при водопое на природных водоемах и реках.

5. Превращение лесных территорий в саванны в тропическом поясе.

Пастбищное, или отгонное, скотоводство создает также особый образ жизни и соответственно особую окружающую среду для животноводов, порождая в крайней степени своего проявления номадизм — кочевой образ жизни, особенно в тундре и в полупустынях, где природные пастбища весьма скудны, быстро истощаются и имеют сезонный характер. Важно подчеркнуть, что не только особая физическая окружающая среда характерна для кочевников, но также и социальная среда их весьма специфична по сравнению с оседлым населением, причем в этом отношении имеются весьма существенные различия между различными общественно-экономическими формациями. При социализме скотовод никогда не оторван от остальной части общества, как при капитализме или феодализме, а семья его становится оседлой.

Рационально организованное животноводство, осо-

бенно пастбищное, представляет собой вид человеческой деятельности, в наименьшей степени наносящий ущерб окружающей природной среде; однако опустынивание — в значительной степени результат нерационального скотоводства — поражает сейчас огромные территории Африки, Азии и Латинской Америки.

Лесоразработка, когда она не сопровождается одновременно работами по восстановлению или разведению леса, может нанести существенный урон окружающей природной среде, включая атмосферу, гидросферу, педосферу и биосферу. Лес является мощным климатическим, гидрологическим и биогеохимическим фактором на суше земного шара. Уничтожение леса резко меняет радиационный и водный режим и баланс территории, изменяет весьма существенно биологический круговорот веществ.

Главные направления воздействия вырубки лесов на окружающую среду следующие.

1. Истощение возобновимых природных ресурсов: смена ценных лесов на малоценные (бамбуковые заросли в тропиках, ольхово-березо-осиновые заросли в бореальном поясе); уничтожение диких животных и их местобитаний.

2. Смена интенсивной кислородной функции леса на малоинтенсивную иных экосистем.

3. Смена заторможенного биологического круговорота веществ на более интенсивный иных экосистем: разрушение замкнутого биологического круговорота биофильных элементов в тропиках, ведущее к истощению почв.

4. Деградация почв на вырубках: заболачивание на севере; панциреобразование в тропиках; эрозия почв на склонах, особенно в горах.

5. Гидрологическое влияние на поверхностный и грунтовый сток: усиление эрозии и заиления рек и озер; усиление поверхностного стока; изменение гидрографической сети.

6. Загрязнение рек при сплаве вырубленного леса.

7. Изменения климата: возрастание засушливости.

Изменения окружающей среды под влиянием вырубки леса в разных природных зонах проявляются по-разному, хотя имеют и общие черты, в частности перечисленные выше. В истории человечества большие площади лесов были уничтожены целенаправленно для

расширения пашни и пастбищ. Большие массивы лесов вырубаются в целях получения древесины — топлива, строительного материала, промышленного сырья. Местами человек восстанавливает леса, ведет разумное лесное хозяйство. Однако пропорция такого разумного хозяйствования в мировом масштабе ничтожна, особенно в низких широтах планеты, что создало современную проблему окружающей среды общепланетарного значения — проблему кислородной функции биосферы.

Энергетика — бурно развивающаяся отрасль человеческой деятельности, оказывающая очень сильное влияние на окружающую среду, особенно в современный период истории, когда человек научился управлять сначала паром, электричеством, а теперь атомом. Энергетика — один из наиболее «грязных» видов производства, дающий большое количество отходов и побочных эффектов. Энергетика сейчас стоит в центре проблем экономического развития человечества и играет очень большую социальную роль опосредствованно через развитие производства и потребления.

Примерно 80% всей энергетики мира сейчас существует за счет невозобновимых природных ресурсов, т. е. горючих полезных ископаемых. Широко также используется энергия текучих вод — гидроэнергия, энергия древесного топлива. Начинает использоваться энергия непосредственного солнечного излучения, тепловая энергия земных недр, энергия ветра, атомная энергия.

Сжигая большое количество различного топлива для целей производства, транспорта, отопления жилищ, приготовления пищи, освещения, человек выделяет большое количество тепла в окружающую среду, которое рассеивается в атмосфере. Одновременно выделяются продукты сгорания органического топлива, главным образом окислы углерода и серы, зола. Тепловой эффект является общим для всех видов энергетики, выделение же продуктов переработки энергетических ресурсов специфично для каждого из них. Определим главные направления влияния энергетики на окружающую природную среду.

1. Использование невозобновимых природных ресурсов: исчерпание горючих ископаемых, атомного топлива; уничтожение древесной растительности при нерациональном лесопользовании, сопровождающееся многими неблагоприятными побочными эффектами.

2. Загрязнение атмосферы: непосредственный тепловой эффект, влияющий на климат, особенно микроклимат населенных пунктов, промышленных и энергетических центров; выделение большого количества CO_2 в атмосферу с созданием возможного «парникового эффекта», загрязнение окислами серы при сжигании нефти, угля; загрязнение выхлопными газами транспорта, особенно в городах.

3. Загрязнение гидросферы: загрязнение поверхностных вод суши и океана при перевозках нефти и нефтепродуктов; загрязнение водных источников при сбросе отработанной воды теплостанций, включая атомные.

4. Изменение гидрологического режима рек при строительстве гидроэлектростанций; затопление больших массивов плодородных земель; изменение климата и микроклимата вокруг водохранилищ; изменения водного и пищевого режима больших массивов пахотных земель в зонах влияния водохранилищ и низовьях рек; влияние на рыбные ресурсы рек и морей; распространение векторных заболеваний человека и животных, связанных с водными организмами; регулирование поверхностного стока.

5. Создание электрических полей вокруг линий электропередачи и трансформаторных станций.

6. Загрязнение среды радиоактивными отходами атомных электростанций.

Поскольку жизнь современного человека без энергетики невозможна, а энерговооруженность человека растет быстрыми темпами, то быстро возрастает и влияние энергетики на окружающую среду, особенно в промышленно развитых странах. Соответственно этому усложняются и задачи снижения неблагоприятных последствий энергетики на природную окружающую среду и повышения эффективности использования энергетических ресурсов планеты.

Промышленность — наиболее разнообразный вид человеческой деятельности, при котором производится множество самых разных вещей, окружающих человека. В этом процессе человек вступает в непосредственное взаимодействие с разнообразными телами и явлениями, которые влияют как непосредственно на него, так и на окружающую его природную среду. В процессе промышленного производства часть используемого сырья превращается в необходимые человеку предметы, а

часть идет в отходы производства и накапливается, загрязняя среду. Главное воздействие промышленного производства на окружающую среду — это ее загрязнение. Загрязнению подвергаются практически все природные геосферы. Безотходная технология в промышленности только начинает развиваться.

В истории человеческого общества объем промышленного производства непрерывно возрастал, но таких темпов его роста, какие характерны для XX в., не было за все предшествовавшие периоды существования человечества. Особенно бурно промышленное производство развивается при социализме, что можно видеть на примере СССР и других стран социалистического содружества. Характерно также и чрезвычайное расширение географии промышленности как в масштабе отдельных стран, так и всего мира в целом. Концентрация промышленного производства в немногих индустриальных центрах, характерная для конца прошлого столетия и начала нашего, сменилась в середине столетия развитием новых индустриальных районов в связи с ростом транспорта и региональным планированием, приближением промышленности к источникам сырья и энергии.

Из регионального загрязнителя среды к нашему времени промышленность превратилась в глобальный загрязнитель.

Влияние промышленного производства на физическую окружающую среду проявляется в следующих направлениях.

1. Создание новых физических тел и веществ, не существовавших в природе: машины, синтетические материалы, химикаты, медицинские препараты, лаки, краски.

2. Создание производственных шумов.

3. Загрязнение атмосферы прямыми выбросами.

4. Загрязнение гидросферы промышленными стоками.

5. Загрязнение почвы, особенно тяжелыми металлами и серной кислотой.

6. Исчерпание запасов пресной воды.

7. Загрязнение литосферы промышленными отходами.

8. Потребление невозобновимых природных ресурсов, рудного сырья.

9. Изъятие земельных ресурсов под сооружения.

10. Создание специфической среды в производственных помещениях, в некоторых случаях вредной для здоровья человека и опасной для его жизни.

Влияние промышленного производства, как, впрочем, и других видов человеческой деятельности, на окружающую среду в сильной степени зависит от характера общественных отношений, от социальной среды, опосредствуется ею; в промышленном производстве роль социальной среды проявляется особенно сильно, что видно при сравнении капиталистической и социалистической промышленности наших дней.

Нет необходимости останавливаться на всех видах человеческой деятельности. Перечисленные выше примеры дают достаточный материал для необходимых обобщений. Важно подчеркнуть один общий аспект взаимодействия человека с природной средой - в производственной деятельности: осуществляя свою производственную деятельность, человек оказывает весьма существенное влияние на окружающую природную среду, причем побочные эффекты, обычно не предусмотренные при организации производства, иногда вызывают в среде весьма неблагоприятные изменения, угрожающие существованию или здоровью самого человека.

Влияние производства и потребления на природные ресурсы

Анализируя влияние человека на природную окружающую среду, нужно иметь в виду, что, во-первых, оно осуществляется через труд, производство, а также через общественные отношения людей; во-вторых, оно носит характер взаимодействия, обмена, т. е., потребляя что-то из среды, человек что-то и выделяет в среду, меняет ее в количественном и качественном отношении; в-третьих, сама окружающая среда является сложной поликомпонентной системой, отдельные компоненты которой различно взаимодействуют с человеком. Оговоримся при этом, что в данном случае мы рассматриваем современную систему «человек—окружающая среда» во всей ее существующей сложности, но опускаем всю длительную историю ее развития на планете, которая, по последним данным археологов Лики, в Восточной Африке, например, насчитывает 4—5 млн. лет (наибо-

лее древний возраст найденных следов человека). Мы не исследуем исторические этапы влияния человека на окружающую среду, но принимаем во внимание кумулятивный эффект длительности этого процесса, т. е. исследуем суммарный эффект современного и прошлых взаимодействий, что имеет особенно важное значение при исследовании влияния человека на так называемые невозобновимые природные ресурсы.

Влияние человека на природную окружающую среду с методической точки зрения целесообразно рассмотреть в плане ее подразделения на неисчерпаемые и исчерпаемые (невозобновимые и возобновимые) природные ресурсы (Арманд, 1966; Миланова, Рябчиков, 1979). Понятно, что это лишь одна из возможных классификаций природной среды в отношении к человеку и что категории «неисчерпаемые», «возобновимые» и «невозобновимые» являются относительными, условными. Тем не менее в практическом плане, с точки зрения управления окружающей средой, эти категории являются полезными аналитическими инструментами (рис. 4).

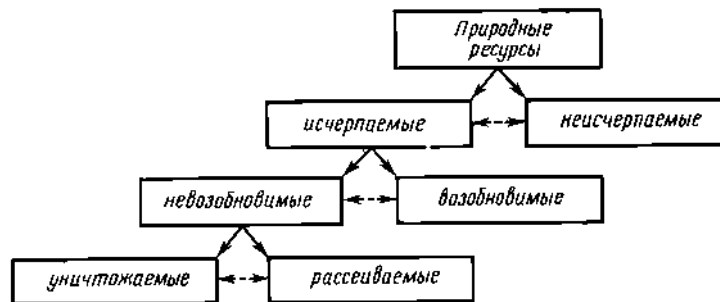


Рис. 4. Классификация природных ресурсов в отношении длительного природопользования.

Пунктирные связи на рисунке показывают диалектический характер переходов между отдельными видами ресурсов в процессе природопользования

Неисчерпаемые природные ресурсы — природные физические тела и явления, количество и качество которых практически не меняется или меняется лишь неощутимо в процессе длительного природопользования

(солнечная энергия, энергия ветра, приливов, тепло земных недр; атмосферный воздух; общий запас воды на планете).

Исчерпаемые природные ресурсы — природные физические тела и явления, количество и/или качество которых существенно изменяется в процессе длительного природопользования.

Невозобновимые природные ресурсы — исчерпаемые природные ресурсы, длительное пользование которыми приводит к истощению их запасов, пополнение которых практически невозможно (минеральные и органические полезные ископаемые).

Возобновимые природные ресурсы — исчерпаемые природные ресурсы, количество и качество которых воспроизводится природными процессами при рациональном природопользовании (почва, растительность, животный мир).

При оперировании указанными категориями очень важно учитывать масштаб рассмотрения того или иного конкретного явления: планета в целом, крупный регион (континент, океан), отдельный географический район, отдельная местность, конкретная экосистема. При таком разномасштабном подходе один и тот же вид природных ресурсов может быть как исчерпаемым, так и неисчерпаемым в зависимости от того, в каком масштабе он рассматривается. Например, такой природный ресурс, как пресная вода, является неисчерпаемым ресурсом при рассмотрении в общепланетарном масштабе, ибо ее общее количество на планете поддерживается постоянно совершающимся влагооборотом между океаном, атмосферой и сушей земного шара. В то же время в отдельных точках планеты пресная вода может быть и исчерпаемым невозобновимым природным ресурсом. Местами, где пресная вода потребляется чрезмерно, особенно из непополняемых (ископаемых) или медленно пополняемых грунтовых вод, или интенсивно загрязняется и становится непригодной для потребления, она может перейти в категорию невозобновимого (для данной местности) ресурса.

С учетом указанного ограничения и постоянно имея в виду «масштабный» характер этих категорий, рассмотрим общие закономерности влияния человека на неисчерпаемые и исчерпаемые природные ресурсы как компоненты природной окружающей среды.

Потребление неисчерпаемых и исчерпаемых возобновимых ресурсов человеком через производство (например, через получение и использование энергии, земледелие, лесное хозяйство, животноводство, охоту, сбор грибов и ягод, промышленное использование воды и воздуха) или непосредственно (питание, дыхание, обогрев) не нарушает общих природных балансов вещества и энергии, хотя в какой-то степени может изменить направления и скорости природных циклов и потоков, особенно в определенных ограниченных экосистемах или в каких-то точках планеты (например, соотношение между пресной и соленой водой как во времени, так и в пространстве; соотношение между чистой и загрязненной водой, чистым и загрязненным воздухом и т. п.).

Методологически важно подчеркнуть диалектический характер рассматриваемых категорий. Так, возобновимый природный ресурс может перейти в категорию невозобновимого под влиянием определенной (чаще всего нерациональной с современной точки зрения) человеческой деятельности. И это очень важный аспект влияния человека на возобновимые природные ресурсы. Хотя возобновимые природные ресурсы, по определению, являются неисчерпаемыми, человек может своей деятельностью перевести некоторые из них в категорию невозобновимых, как в отдельных точках планеты, так и на планете в целом, и тем самым привести к их истощению и даже невозможной утрате.

Почва при ее природном существовании и рациональном использовании человеком постоянно воспроизводит свое плодородие и может бесконечно долго поддерживать жизнь растений, животных и человека. Однако человек в процессе длительной истории уже превратил в пустыню примерно такую же площадь когда-то плодородных земель, какая находится в земледелии сейчас. Если этот глобальный процесс потери почв не остановить и не сменить на обратный процесс почвообразования, человечество может потерять пахотопригодные почвы вообще и остаться без первоосновы своего существования. Сейчас, к счастью, человечество это поняло, хотя и не приняло еще кардинальных мер.

Примерно то же самое происходит и с лесом. Лес — это возобновимый природный ресурс в своем естественном состоянии и при рациональном использовании человеком. Однако огромные площади исконно лесных

земель были превращены человеком в пашни, пастбища и... пустыни. Оставшиеся леса все еще покрывают значительную долю суши земного шара, но человек наступает все дальше в глубь леса и все быстрее.

В пределах геологического периода нашего времени, антропогена, генетические ресурсы планеты возобновимы. Все населяющие планету виды животных, растений и микроорганизмов имеют природные условия для своего воспроизводства. Но человек не всегда рационально вмешивается в природные процессы и стихийно изменяет их ход. Уже на наших глазах практически исчез дикий верблюд, осталась лишь в зоопарках лошадь Пржевальского, осталось всего несколько особей белого носорога. «Красная книга» Международного Союза Охраны Природы насчитывает тысячи видов организмов, которым грозит исчезновение в результате деятельности человека.

Таким образом, многие природные ресурсы могут считаться возобновимыми только условно, во-первых, лишь при определенном масштабе их рассмотрения, например планетарном и, во-вторых, при условии рационального отношения к ним человека в процессе производства и потребления.

Иначе обстоит дело с невозобновимыми природными ресурсами, к категории которых относятся прежде всего полезные ископаемые, геологическая скорость образования или аккумуляции которых значительно меньше скорости их потребления человеком в процессе производства. Это, во-первых, большая группа горючих ископаемых, используемых в значительной степени для производства энергии: нефть, природный газ, уголь, лигнит, торф. Во-вторых, это еще более многочисленная группа минеральных сырьевых ресурсов: руды железа и других металлов, различные соли, соединения фосфора, серы, азота и т. д. Первые принадлежат к категории абсолютно истощимых на планете, т. е. уничтожаемых в процессе производства и потребления, а вторые — к рассеиваемым.

Абсолютно невозобновимые природные ресурсы (горючие ископаемые) исчерпываются человеком со все увеличивающейся скоростью, а общие запасы их на земле ограничены. Можно долго спорить о том, на сколько времени их хватит человечеству, но конечный результат неизбежен, имея в виду соотношение скорос-

тей их образования (миллионы лет) и потребления (столетия).

Конечными являются и промышленные запасы определенных руд или веществ на земной поверхности. Скоцентрированные миллионнолетними геохимическими процессами в определенных зонах аккумуляции, они переводятся постепенно человеком в другие формы химических соединений тех же элементов либо рассеиваются через техногенную ветвь большого геологического круговорота веществ. Они превращаются также человеком в иные физические тела искусственно созданной окружающей среды и тем самым изымаются из природного круговорота веществ.

Итак, в общетеоретическом плане мы должны отметить следующие особенности влияния человека на природные физические компоненты окружающей среды.

1. Целенаправленно воздействуя на природную окружающую среду в каждом конкретном случае производства и потребления, человек приводит к существенному ее изменению, как правило, стихийному и неконтролируемому (по крайней мере до нашего времени) в общепланетарном масштабе, хотя в отдельных точках планеты контроль и может иметь место. Сейчас человечество вступает в новую фазу своего развития — фазу общепланетарного контроля состояния природной окружающей среды, однако это дело будущего, в сильной степени зависящее от дальнейшего развития социально-экономических и политических факторов и, прежде всего, усиления и расширения международного сотрудничества во всех сферах жизни в условиях всеобщего мира.

2. Различные компоненты природной окружающей среды изменяются под влиянием производства и потребления в различной степени, в соответствии с их общим запасом на планете или в какой-то конкретной ее точке и ролью в процессе производства и потребления.

3. Влияние человека на неисчерпаемые и исчерпаемые возобновимые природные ресурсы не вызывает их существенного изменения в случае рационального природопользования в общепланетарном масштабе, хотя и влечет изменения направлений и скоростей местных циклов и потоков вещества и энергии.

4. Своей стихийной нерациональной деятельностью человек может превратить возобновимые природные ре-

ресурсы в невозобновимые как в масштабе отдельных районов планеты, так и в общепланетарном масштабе, тем самым способствуя их сокращению или полному исчерпанию.

5. Невозобновимые природные ресурсы, промышленные запасы которых имеют конечный характер в земной коре, подвергаются постепенному исчерпанию или рассеиванию. Этот процесс является ускоренным во времени. Постепенно исчерпывая тот или иной вид природных ресурсов, человек оставляет грядущим поколениям заботу о его замене другим видом либо о принципиально новом пути извлечения его из рассеянного состояния.

6. Имея в виду практическую неизменность общего количества атомов всех существующих на земле элементов, человек может бесконечно долго использовать в производстве и потреблении природные ресурсы планеты, что, однако, требует разных технологических решений на разных уровнях исторического развития. В будущем понадобятся новые технологические принципы извлечения тех элементов невозобновимых природных ресурсов, которые рассеиваются человеком в процессе производства и потребления из созданных в геологической истории геохимических аккумуляций.

7. Практически полное исчерпание невозобновимых энергетических ресурсов (горючих ископаемых) на каком-то этапе истории неизбежно; однако человечество к этому моменту будет иметь в своем распоряжении технологические решения для экономичного и эффективного использования неисчерпаемых энергетических ресурсов.

Изменение окружающей среды человеком

Человек воздействует на окружающую среду не только стихийно, не только побочными эффектами своей производственной деятельности, но и производит в ней преднамеренные изменения, приспособлявая среду, «улучшая» ее согласно своим потребностям.

Одним из первых целенаправленных изменений окружающей среды является строительство человеком жилья и создание одежды, с помощью которых он поддерживает необходимый температурный режим и предохраняет себя от неблагоприятных климатических воз-

действий. От качества жилья и одежды в большой степени зависит здоровье и благополучие современного человека.

К целенаправленным изменениям в среде относятся распаханние целинных земель и создание культурной пашни; различные мелиорации почвенного покрова (осушение, орошение, рассоление и т. п.); перераспределение водных ресурсов; регулирование поверхностного стока и гидрологического режима рек; рекультивация горных выработок; лесопосадки в мелиоративных, лесохозяйственных, рекреационных, эстетических или иных целях; отделение дамбами участков суши от моря и создание польдеров; создание различных защитных сооружений против наводнений, заносов, эрозий; уничтожение оврагов и т. п. Перечень подобных воздействий человека на окружающую среду с целью ее приспособления к тем или иным потребностям, или, вообще говоря, «улучшения», можно было бы значительно продолжить. Однако важно не просто описать и перечислить их, а найти какие-то общие закономерности, которые можно было бы использовать в управлении окружающей средой.

Важно подчеркнуть социально-экономические аспекты целенаправленного воздействия на окружающую среду, что можно проиллюстрировать, например, строительством жилья, без которого современный человек существовать не может (шатры бедуинов, кибитки цыган — это тоже жилье, хотя, может быть, и не лучшего качества). Можно сравнить темпы жилищного строительства в СССР, при которых миллионы советских граждан ежегодно получают новые благоустроенные дома или квартиры (к концу одиннадцатой пятилетки большинство советских семей будет жить в отдельной квартире), с темпами других стран мира, особенно капиталистических или большинства развивающихся стран, чтобы оценить роль социальных факторов.

Важно отметить и такой пример целенаправленного изменения среды обитания человека, как научно обоснованное планомерное социальное строительство при социализме. Достаточно вспомнить историю СССР, чтобы понять всю значимость этого конкретного примера воздействия человека на окружающую среду.

Если проанализировать примеры целенаправленного

воздействия человека на окружающую среду, можно вскрыть несколько важных методологических аспектов.

Во-первых, это опосредствование целенаправленных воздействий человека на окружающую среду через социально-экономические факторы. Современный человек может осуществлять свое влияние только в рамках определенной общественной организации, в рамках определенного способа производства, в рамках определенной технической вооруженности труда. Естественно, когда общественное производство осуществляется на плановой основе и в рамках общественного владения средствами производства и природными ресурсами, осуществляется в интересах всего общества, влияние человека на окружающую среду может быть наиболее целенаправленным и целесообразным. Примером этому может служить огромный размах мелиоративного или водохозяйственного строительства в СССР, темпы которого значительно превосходят таковые капиталистических стран.

Во-вторых, любое целенаправленное воздействие человека на окружающую среду вызывает в ней побочные изменения, как правило, не предусмотренные главной целью воздействия и часто снижающие его положительный эффект. Например, при орошении засушливых земель обычно происходит резкий подъем грунтовых вод, которые, поднимаясь, растворяют содержащиеся в глубоких слоях почвенно-грунтовой толщи соли и выносят их капиллярным током к поверхности, вызывая вторичное засоление почв. Осушение болот и выработка торфа на топливо или распашка болотных почв ведет к существенному изменению гидрологического режима территории и иссяканию водных источников. Строительство водохранилищ и оросительных систем может привести к появлению или усилению векторных болезней животных и человека. Вследствие этого, осуществляя целенаправленное воздействие на окружающую среду, человек должен всегда предусматривать и всевозможные побочные эффекты этого воздействия с тем, чтобы предупредить теми или иными способами появление неблагоприятных эффектов.

В-третьих, по мере прогрессивного развития человечества все более растут масштабы и разнообразие целенаправленного воздействия на окружающую среду, а также масштабы его побочных эффектов, что в первую

очередь связано с прогрессивным развитием производства и технической вооруженности труда. В настоящее время, обладая мощными техническими средствами воздействия на окружающую среду, человек поистине стал геологическим фактором, преобразующим природу значительных территорий поверхности планеты.

Наконец, по мере развития масштабов и видов целенаправленного воздействия человека на окружающую среду все более усложняются научно-технические проблемы, связанные с этим воздействием, все более возрастает роль долгосрочного интегрального прогнозирования, учитывающего всевозможные природные, экономические и социальные факторы и эффекты. Это связано с тем, что, осуществляя крупномасштабные мероприятия того или иного характера, человек в своей преобразующей деятельности затрагивает в той или иной степени буквально все геосферы в пределах крупных регионов, преобразует экономику и социальные условия. В этом отношении особенно разительны многочисленные примеры крупного регионального развития, осуществляемые в СССР: разработка Курской магнитной аномалии, строительство 1000-километрового Каракумского канала, строительство Байкало-Амурской магистрали, создание Большой Волги с каскадом гидротехнических узлов и электростанций, планируемая переброска части стока северных рек в южные районы, освоение Западно-Сибирской низменности и т. п. Важно подчеркнуть, что изменения затрагивают не только тот регион, в котором осуществляются преобразования, но и огромные окружающие территории, что особенно значимо в отношении гидросферы и атмосферы.

Реакция окружающей среды на воздействия человека

Природная окружающая среда в своем естественном состоянии является экологически сбалансированной системой. Часто это состояние окружающей среды называют «нормальным», «фоновым».

Экологически сбалансированное состояние природной окружающей среды, т. е. такое, при котором отдельные группы организмов биосферы, включая человека, взаимодействуют друг с другом и с окружающей их абиотиче-

ской средой без нарушения квазистатического равновесия малого биологического и большого геологического круговоротов веществ и потоков энергии на земной поверхности в пределах определенного геологического периода, связано с «нормальным», не нарушенным человеческой деятельностью протеканием природных процессов во всех геосферах земли, включая биосферу. При этом надо, конечно, иметь в виду, что определенные природные процессы могут быть и катастрофическими, например извержения вулканов, землетрясения, цунами, наводнения, что, однако, составляет «норму» природы. «Нормальные» природные процессы постепенно с геологической скоростью эволюционируют, составляя и обуславливая общую геологическую эволюцию земной поверхности, в то же время оставаясь в течение тысячелетий и миллионов лет на протяжении одного геологического периода в некоем квазистатическом сбалансированном состоянии. При этом квазистатически протекают малый биологический и большой геологический круговороты веществ и энергетические балансы, осуществляющие взаимодействие между различными геосферами и космосом и объединяющие природу в единое целое.

Природные циклы вещества и потоки энергии на земной поверхности в пределах каждой из геосфер характеризуются в своем естественном состоянии определенными количественными параметрами, зависящими от пространственной неоднородности планеты (геосферы, суша — море, горы — равнины — низменности, природные пояса и зоны) и особенностей геологической структуры земного шара. Набор и количественные характеристики параметров природных процессов и состояний специфичны и квазистатичны в пределах данного геологического периода для каждого элемента земной поверхности в соответствии с их географией.

Параметры состояния природной окружающей среды следующие.

1. Энергетический $E = E^s + E^d$: (1)

запас энергии в системе E^s в момент времени t_0 , энергетический баланс системы E^d за период $t_0 + \Delta t$.

2. Водный $W = W^s + W^d$: (2)

запас воды в системе W^s в момент времени t_0 , водный баланс системы W^d за период $t_0 + \Delta t$.

$$3. \text{ Биологический } V = V^s + V^d - V^m; \quad (3)$$

биомасса V^s ,
биологическая продуктивность V^d ,
минерализация органики V^m .

$$4. \text{ Биогеохимический } G = G^s + G^{db} + G^{dg}. \quad (4)$$

запас химических элементов в системе G^s ,
биологический круговорот веществ G^{db} ,
геологический круговорот веществ G^{dg} .

Обобщенные параметры состояния окружающей среды в принципе могут быть количественно определены экспериментальным путем для каждой точки, района, крупного региона, природной зоны или ландшафтно-географического пояса либо для земного шара в целом, количественно характеризуя состояние и пространственную неоднородность среды. В этих расчетах состояния необходимо принимать во внимание как определенную расчетную площадь, так и протяженность и состав соответствующих геосфер по вертикали.

Состояние природной окружающей среды (S) определяется как функция параметров системы в момент времени t :

$$S_t = f(E_t, W_t, B_t, G_t). \quad (5)$$

Соответственно изменение состояния природной окружающей среды в процессе естественной эволюции или под влиянием внешних факторов, включая деятельность человека, может быть обобщенно описано дифференциальным уравнением, в котором полный дифференциал функции многих переменных равен сумме ее частных дифференциалов по этим переменным:

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial E} \right)_{W,B,G}^{dE} + \left(\frac{\partial S}{\partial W} \right)_{E,B,G}^{dW} + \left(\frac{\partial S}{\partial B} \right)_{E,W,G}^{dB} + \left(\frac{\partial S}{\partial G} \right)_{E,W,B}^{dG}. \quad (6)$$

В приведенном виде уравнение (6) служит лишь теоретической схемой и не пригоден для расчетов. Однако, используя построения Т. Г. Гильманова (1977) для почвенной системы, можно дать его аналоговую форму, которой уже можно практически пользоваться для расчетов с помощью ЭВМ:

$$x^s(t) = F(x_0^s, v^s, c^s, t), \quad \text{где} \quad (7)$$

$x^s(t)$ — состояние, в которое перейдет система окружающей среды S , в момент $t=0$ находившаяся в состоянии x_0^s ; F — разрешающий оператор ЭВМ, являющийся ана-

логом функции f в уравнении (5); v^s — входные переменные системы; c^s — параметры системы; t — время ($0 \leq t \leq T$).

Человек, воздействуя на природные системы, в той или иной степени зависящие от направленности и интенсивности воздействия, изменяет емкость, направление, скорость природных процессов, циклов вещества и потоков энергии, меняет экологически сбалансированное состояние окружающей среды, прежде всего путем изменения одного, нескольких или всех параметров состояния. Поскольку все параметры состояния являются взаимосвязанными и взаимозависимыми, изменение одного из них влечет за собой изменения и всех других, но не обязательно изменение системы в целом. Каждый из параметров является некоторым «резервуаром» для других параметров, компенсируя своей емкостью и эластичностью изменения того или иного параметра в определенных пределах, не нарушающих общего экологического баланса природы.

Соответственно оказанному воздействию среда противодействует ему. Противодействие окружающей среды характеризуется рядом показателей или свойств среды, которые важно учитывать при управлении ею и которые связаны с определенными особенностями среды как единой системы, все компоненты которой взаимосвязаны и взаимообусловлены в диалектическом единстве.

Свойствами окружающей среды, определяющими ее отношение к внешним воздействиям, являются устойчивость (гомеостатичность, стабильность, резистентность), эластичность, инерция, емкость, допустимые пределы изменений.

Устойчивость среды — это ее способность самосохранения и саморегулирования в пределах, не превышающих определенных критических величин — допустимых пределов изменений.

Эластичность среды — способность окружающей среды в некоторых пределах менять свое состояние под влиянием внешних факторов и возвращаться в исходное состояние при прекращении их действия.

Инерция среды — способность окружающей среды в некоторых пределах противостоять действию внешних факторов без изменения своего состояния.

Емкость среды — способность окружающей среды абсорбировать без изменения своего состояния чужерод-

ные воздействия внешних факторов (посторонние вещества, избыточную энергию и т. п.).

Допустимые пределы изменений среды — пределы изменений окружающей среды, минимальные и максимальные критические величины параметров состояния среды, внутри которых она обладает устойчивостью и не разрушается.

Состояние окружающей среды обобщенно можно характеризовать рядом показателей, связанных с ее реакцией на воздействие внешних факторов, включая человеческую деятельность: возмущения в среде, загрязнение среды и аномалии в среде.

Возмущения в среде — временные случайные или периодические (циклические) обратимые изменения параметров состояния окружающей среды, не приводящие к изменению ее состояния (эволюции, разрушению). Исторический кумулятивный эффект накопления регулярных возмущений может привести к изменению среды и переходу ее в иное состояние или появление в ней аномалий.

Загрязнение среды — накопление в окружающей среде посторонних (поступающих извне или генерируемых самой средой — самозагрязнение) примесей (веществ, энергии, явлений) в количествах, превышающих природную (врожденную) способность среды к самоочищению от примесей (ассимиляции или инактивации их). В частном случае техногенного загрязнения природной окружающей среды под загрязнением понимается такое антропогенное поступление в геосистему различных веществ и соединений, при котором превышаются пороговые концентрации, а следовательно и емкость геосистемы; иными словами, загрязнение определяется как совокупность процессов в геосистемах при изменении в них нормального фона концентрации веществ и соединений (Миланова, Рябчиков, 1979). В еще более узком смысле под загрязнением обычно понимают антропогенное поступление в среду различных веществ, имеющих вредное воздействие на человека или другие организмы, а также на здания, конструкции и материалы, производимые и потребляемые человеком. Первое из приведенных определений представляется наиболее полным и универсальным, охватывающим все случаи как природного, так и антропогенного загрязнения и потому наиболее пригодным с точки зрения управления окружающей средой.

Аномалии в среде — локальные устойчивые количественные отклонения от фоновых параметров состояния окружающей среды, связанные с местными особенностями той или иной геосистемы.

В совокупности все перечисленные категории (параметры состояния, свойства, показатели) характеризуют реакцию окружающей среды на воздействия человека. Полнота их учета в практической деятельности определяет успех или неуспех управления окружающей средой, поддержания ее благоприятного для человека состояния или целенаправленного улучшения. Зная качественно и количественно пороговые значения, допустимые пределы изменений окружающей среды, человек получает в свое распоряжение действенный инструмент управления средой своего обитания, приспособления ее, преобразования и улучшения согласно своим потребностям. При этом надо конечно, иметь в виду всю сложность и многокомпонентность окружающей среды, познание которой с точки зрения описанных категорий является не простым делом. Если для природной окружающей среды эти категории более или менее ясны в теоретическом плане, то для условий социальной окружающей среды их приложимость должна быть специально исследована.

Понятие кризиса окружающей среды

В своем квазистатичном состоянии или эволюционном развитии окружающая среда под влиянием внутренних сил развития или внешних факторов может проходить ряд критических точек или находиться в них некоторое время. В применении к природной окружающей среде и взаимодействию с ней человека в состоянии окружающей среды можно выделить следующие критические точки: нормальное, аномальное, кризисное состояния и разрушение среды (рис. 5).

Нормальное состояние среды — экологически сбалансированное естественное состояние природной окружающей среды, соответствующее совокупности природных условий и природных величин параметров состояния данной точки пространства. В нормальном состоянии среды имеется некое экологическое равновесие взаимодействия человека с ней, не ведущее к существенному изменению среды или самого человека.

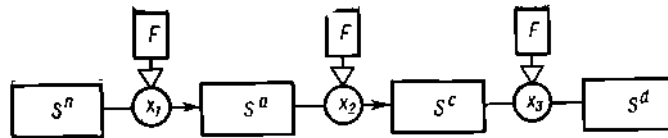


Рис. 5. Переход системы окружающей среды из нормального состояния S^n в аномальное (нарушенное) S^a , кризисное S^c и разрушение среды S^d под воздействием внешних факторов x_1, x_2, x_3 при противодействии управляющих свойств среды F (устойчивость, эластичность, инерция, емкость, допустимые пределы изменений)

Аномальным (нарушенным) состоянием среды можно назвать такое, при котором один или несколько параметров состояния достигают величин, отклоняющихся от фоновых характеристик данной местности, или же нарушаются некоторые свойства среды, например, эластичность или емкость. В аномальном состоянии окружающая среда не теряет еще своей системной целостности, но приобретает характеристики экологически несбалансированной системы и может оказывать вредное воздействие на человека либо не удовлетворять его потребности, если не принять специальных мер, противодействующих этому вредному влиянию или нейтрализующих его.

Кризисное состояние среды наступает в случае, когда параметры состояния приближаются к допустимым пределам изменений, переход через которые влечет за собой потерю устойчивости системы и ее разрушение. Кризис окружающей среды может быть следствием возмущений, загрязнений или аномалий в среде при достижении пороговых величин.

Разрушение среды — это такое состояние окружающей среды, при котором она становится непригодной для обитания человека или использования в качестве природного ресурса.

Рассмотрим подробнее кризисное состояние природной окружающей среды или «экологический кризис».

В последнее время об экологическом кризисе на планете в целом или в ее отдельных точках написано много, причем разные авторы понимают это явление различно, часто ставя исчерпание того или иного вида природных ресурсов в какой-то местности на один уровень с экологическим кризисом, что нельзя признать корректным.

Прежде всего необходимо различать глобальный эко-

логический кризис и локальные кризисные состояния окружающей среды. Связь между ними довольно сложная и не прямая. Локальные кризисные состояния, даже в случае широкого распространения отнюдь не обязательно в своей совокупности ведут к глобальному экологическому кризису, поскольку в разных кризисных ситуациях опасно приближаются к допустимым пределам изменений разные параметры состояния. Теоретически можно, конечно, представить и обратную ситуацию, что, однако, мало вероятно вследствие огромного разнообразия природы, ее емкости и компенсационных функций.

В этой связи представляется целесообразным специально исследовать проблему глобального экологического кризиса и установить, имеет ли он место в настоящее время на нашей планете. Если принять, что состояние среды определяется как функция ее параметров в каждый данный момент времени, а его изменение во времени описывается дифференциальным уравнением (6), связывающим изменение состояния среды в целом с изменениями каждого параметра, то исследование становится строго корректным.

Даже не проводя сложных расчетов, можно проанализировать изменения параметров состояния в глобальном масштабе за какой-то период времени, скажем за несколько последних тысячелетий исторического периода, а следовательно и изменение состояния природной окружающей среды на планете в целом.

Ниже мы подробно остановимся на проблемах окружающей среды, возникших в связи с интенсификацией воздействия человека на природу и превращением его в геологический фактор. Сейчас отметим лишь общие закономерности происшедших изменений каждого из параметров в целях установления наличия или отсутствия глобального экологического кризиса.

За исторический период, хотя в нем и произошли существенные изменения, общий характер энергетики планеты остался практически прежним, поскольку энергетический баланс Земли (E^d) поддерживается стабильным поступлением огромного потока солнечной энергии, а общий запас энергии практически неисчерпаем. Изменения касаются запаса энергии, аккумулированной в прошлые эпохи в биомассе, почвенном гумусе, органогенных горных породах (горючие ископаемые). С одной стороны, имело место расходование и рассеивание аккумуля-

лированных запасов (уничтожение лесов без их возобновления, разрушение почвенного покрова, сжигание ископаемого топлива, а с другой — перераспределение запасов на земной поверхности (исчерпание их в одних точках планеты — в местах добычи горючих ископаемых и аккумуляция в других — в городских и промышленных центрах в виде продуктов производства).

Таким образом, в целом энергетический параметр планеты не свидетельствует о глобальном экологическом кризисе системы, хотя в отдельных точках планеты появилась некоторая кризисная ситуация в энергетическом отношении, поскольку для современного человека важно не столько общее количество энергии, сколько количество доступной энергии в определенной форме. Мало пока используемые или неиспользуемые источники доступной энергии (энергия атома, ветра, приливов, землетрясений, вулканов, геотермальная) очень велики на планете и практически неисчерпаемы. Это позволяет оптимистически утверждать, что «энергетический кризис» — это понятие более социально-экономическое и техническое, чем природное, что он может возникать в определенные периоды как временное явление и не отражает состояния природы в целом.

Второй параметр состояния окружающей среды — водный — в целом также изменился мало за исторический период. Общее количество воды, в том числе и свободной, на земном шаре стабильно. Однако отдельные виды воды претерпели существенные изменения.

Главная масса свободной воды находится на земной поверхности в мировом океане — 97%, или 1,4 млрд. км³. Эта соленая вода практически не изменилась за историческое время ни в количественном отношении, ни по своему составу, если не считать относительно небольшого пока загрязнения близ побережий. Нет существенных изменений и в воде ледников Антарктиды и Гренландии — 2% объема поверхностных вод земли. Незначительные колебания ледниковых покровов в горных системах не меняют общей картины. Но пресные воды суши, составляющие всего лишь 1% общего объема гидросферы и имеющие жизненно важное значение для человека и всей биосферы планеты, претерпели довольно существенные изменения, связанные с человеческой деятельностью: резко увеличилось хозяйственное потребление воды (около 13% речного стока, в том числе примерно 5,6%

безвозвратно). Резко выросло загрязнение воды (около 16% речного стока сейчас подвергается загрязнению промышленно-бытовыми стоками; большое количество солей, удобрений, пестицидов поступает в речные воды с сельскохозяйственных угодий, особенно с оросительных систем). Изменилась гидрология суши (иссыкание многих мелких рек и водоемов, зарегулированность крупных рек плотинами и водохранилищами, изменение поверхностного и грунтового стока вследствие вырубки лесов, строительства коммуникаций, осушения болот, орошения земель). В ряде мест произошло резкое изменение различных статей водного баланса суши. Соответственно в ряде точек земного шара возникла кризисная ситуация в отношении водного параметра состояния окружающей среды. Есть основания считать, что и в глобальном отношении ситуация с пресной водой если и не стала еще кризисной, то приближается к ней и требует неотложного принятия соответствующих мер. Все же, если рассматривать изменение водного параметра состояния окружающей среды в целом, никаких оснований говорить о глобальном экологическом кризисе нет, хотя, как и в случае энергетического параметра, в отдельных точках земного шара кризисная ситуация существует прежде всего в отношении пресной воды.

Существенные изменения претерпел биологический параметр, причем в обоих своих составляющих B^s и B^d . Запас биомассы на земной поверхности резко снизился. С неолита, в начале которого стали развиваться экстенсивное животноводство и подсечно-огневая система земледелия, человечество за 10 тыс. лет сократило площадь лесов в два раза, причем особенно бурно этот процесс шел в последние 350 лет. Это привело к тому, что запасы фитомассы за исторический период снизились более чем на одну четверть (Миланова, Рябчиков, 1979). Есть основания полагать, что этот процесс развивается ускоренными темпами и сейчас. К этому надо добавить и такой невосполнимый урон, как полное исчезновение ряда видов растений и животных. Кроме того, повсеместно имеет место тенденция к смене высокопродуктивных растительных ассоциаций низкопродуктивными и малоценными, включая и леса.

Что же касается биологической продуктивности (B^d), то здесь также наметилось явное снижение: годовая продукция фитомассы в расчете на углерод в широколист-

венном лесу составляет 125 ц/га, в луговой степи — 100, а на культурном поле — в среднем лишь 50 ц/га. Если принять во внимание 1,5 млрд. га современной пашни на месте бывших лесов, степей и лугов, разница становится довольно ощутимой. Сюда надо добавить еще и превращение человеком продуктивных земельных угодий в непродуктивные: согласно А. М. Рябчикову (1972), антропогенный бедленд составляет 4,5 млн. км², или 3% от площади суши, а застроенные земли — 3,0 млн. км², или 2%; если к этому добавить примерно 7,5 млн. км² антропогенных пустынь, то общая площадь исключенных человеком из биологической продуктивности за исторический период земель составит около 10% суши. Это очень много: на 10% суши биологическая продуктивность практически уничтожена, еще на 10—15% суши она существенно снижена. Если это еще и не глобальный экологический кризис, то во всяком случае его явные симптомы. Мы имеем в виду при этом глобальные функции растительного покрова планеты в целом: аккумуляция и трансформация солнечной энергии, продуцирование кислорода, начало всех биосферных процессов, питание животных и человека.

Четвертый, геохимический, параметр состояния окружающей среды также претерпел существенные изменения, особенно в отношении биологического и геологического круговоротов веществ. Общее содержание всех химических элементов на земле практически неизменно, однако их распределение между различными геосферами и по поверхности земного шара, регулируемое глобальными биологическими и геохимическими циклами, подвергается существенным изменениям под влиянием человеческой деятельности. К этому надо добавить и природную и антропогенную трансформацию веществ, переход химических элементов из одних соединений в другие, появление новых соединений и веществ.

Природный биологический круговорот веществ был нарушен человеком на огромной площади, достигающей чуть не половины всей площади суши: антропогенные пустыни — 5%, антропогенный бедленд — 3, индустриальные и городские земли — 2, пашни, сады, сеяные луга — 13, вторичные низкопродуктивные леса — 15, истощенные пастбища — 10; всего — около 48% площади суши, или 60% всей биологически продуктивной поверхности суши (исключая ледники, воды, скалы, пустыни).

Геологический круговорот веществ также был нарушен в заметной степени, особенно в некоторых точках планеты. В этом отношении существенную роль сыграли следующие факторы.

1. Ускоренная денудация земной поверхности за счет сельскохозяйственной эрозии почвенного покрова и возрастания твердого стока в океан.

2. Перемещение огромных масс земной коры (согласно А. М. Рябчикову, при перепашке полей, строительных и вскрышных работах за один только год перемещается свыше 4 тыс. км³ почвы и грунта).

3. Извлечение из недр огромных количеств горючих ископаемых (нефти, угля, газа) и перевод их в конечном итоге в углекислоту атмосферы.

4. Извлечение из недр огромных количеств руд и других материалов.

5. Перераспределение солей в почвах, грунтах, грунтовых и речных водах под влиянием орошаемого земледелия.

6. Поступление на поля минеральных удобрений и ядохимикатов.

7. Загрязнение среды сельскохозяйственными, промышленными и коммунальными отходами.

8. Поступление в среду новых веществ, не существовавших в естественном состоянии в природе.

9. Рассеивание в техногенезе геохимических аккумуляций тех или иных элементов.

Особую роль в нарушении биологических и геохимических циклов веществ, т. е. в изменении биогеохимического параметра планеты, сыграли загрязнения окружающей среды как вещественные, так и энергетические (выделение тепла в среду). Поступление в окружающую среду инородных веществ-загрязнителей во многих точках планеты, особенно в развитых капиталистических странах, уже давно превысило пороговые значения, т. е. значительно превысило естественную способность самоочищения среды (абсорбции или инактивации инородных веществ). Именно это явилось одной из причин массового распространения концепций «глобального экологического кризиса». При этом особые обвинения бросаются в адрес современной индустрии и научно-технической революции как главных виновников глобального загрязнения среды.

В такой постановке вопроса многое не верно. Во-пер-

вых, загрязнения не приобрели пока существенного глобального характера, а имеют ярко выраженный локальный характер. Во-вторых, главным загрязнителем среды является отнюдь не индустрия (она просто наиболее заметна в связи с концентрацией производства в городах). Для подтверждения этого положения приведем годовое количество твердых отходов в США: сельское хозяйство — 2 млрд. т, горные выработки — 1,5, муниципальные отходы — 0,2, индустриальные отходы — 0,00125 млрд. т.

Проблему загрязнений глобальных и локальных мы рассмотрим ниже. Здесь же отметим, что они приводят к существенным локальным изменениям геохимического параметра состояния среды и в ряде точек планеты уже вызвали кризисные ситуации, т. е. неблагоприятные изменения физических, химических или биологических свойств воды, воздуха, почвы, подстилающей поверхности, которые оказывают отрицательное влияние на растения, животных и человека либо на производственные процессы и продукты производства.

Таким образом, исследование изменений параметров состояния природной окружающей среды в глобальном масштабе позволяет заключить, что глобального экологического кризиса, т. е. критического нарушения условий существования человека и других организмов, на планете пока нет. В то же время есть все основания говорить о нарушенном, аномальном состоянии среды, которое может перейти в кризисное в случае непринятия человечесством необходимых превентивных мер.

Важно подчеркнуть политические, социальные аспекты концепции «глобального экологического кризиса». Эта концепция была выдвинута западными учеными в качестве «объяснения» современного общего кризиса капиталистической системы и трудностей социально-экономического развития стран «третьего мира». Все беды были поставлены в связь с «демографическим взрывом» и научно-технической революцией. Глобальный экологический кризис и истощение природных ресурсов при этом объявляются их неизбежными следствиями. Даже ненормальное, нарушенное состояние физической и социальной окружающей среды, включая преступность, трущобы, отсутствие необходимых санитарных условий в ряде крупных городов капиталистических стран, буржуазные ученые пытаются объяснить «глобальным экологическим кризисом».

Что же касается действительных глобальных проблем окружающей среды, ее аномального, нарушенного состояния, то оно появилось отнюдь не внезапно. В истории человечества хорошо известны локальные нарушения среды вплоть до кризисных, когда гибли целые цивилизации. Однако общее нарушение природной окружающей среды в глобальном масштабе на протяжении тысячелетий развивалось медленно и резко обострилось в XX в., особенно во второй его половине. С одной стороны, вполне закономерно, когда медленные, незаметные изменения, постепенно накапливаясь, на каком-то этапе внезапным скачком приводят к резкому изменению состояния. Это общая диалектика развития природы и общества. С другой стороны, есть и ряд конкретных причин обострения проблем окружающей среды и ее нарушения в наше время:

- 1) бурный рост численности населения земного шара и соответствующий рост производства и потребления пищи;
- 2) увеличение объема потребления непищевых природных ресурсов, особенно энергетических;
- 3) рост энергетической вооруженности человечества;
- 4) интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства;
- 5) создание большого количества новых веществ и соединений;
- 6) прогрессирующая урбанизация;
- 7) обострение и углубление общего кризиса капитализма и противоречий между социалистической и капиталистической системами. Все это привело к многократному увеличению в последнее столетие наступления человека на природу и ее ресурсы, а с другой стороны — к усилению напряженности социально-экономических параметров жизни человеческого общества и, как следствие, — к обострению проблем окружающей среды и нарушению ее состояния.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Перечислите виды влияния добычи полезных ископаемых на окружающую среду.
2. Какое влияние на природную окружающую среду оказывает земледелие?
3. Каковы особенности влияния животноводства на природную окружающую среду?
4. Каковы последствия вырубки лесов для природной окружающей среды?
5. Почему энергетика — это один из самых «грязных» видов человеческой деятельности?

6. Как изменяется влияние промышленного производства на природную окружающую среду в зависимости от способа производства, от характера производственных отношений? Сравните соответствующие показатели при капиталистическом и социалистическом способах производства.

7. В чем состоит «масштабный» подход к категориям неисчерпаемых и исчерпаемых, возобновимых и невозобновимых природных ресурсов? В чем условность этих категорий? В чем их диалектический характер?

8. Перечислите возобновимые и невозобновимые природные ресурсы.

9. Каковы целенаправленные изменения человеком окружающей среды?

10. Каковы социально-экономические аспекты целенаправленного воздействия на окружающую среду?

11. Каковы побочные эффекты целенаправленного воздействия на окружающую среду? Перечислите возможные последствия строительства водохранилища на реке, проведения шоссе, строительства жилого дома.

12. Что такое «нормальное» состояние природной окружающей среды?

13. Какие параметры характеризуют состояние природной окружающей среды?

14. Приведите и опишите примеры изменения человеком обобщенных параметров состояния природной окружающей среды и охарактеризуйте последствия этих изменений как для окружающей среды, так и для человека.

15. Подсчитайте, используя литературные данные, изменения обобщенных параметров состояния природной окружающей среды: а) при вырубке 1 га елового леса на дерново-подзолистой почве и замене его посевом пшеницы; б) при вырубке 1 га тропического вечнозеленого леса на ферралитной почве и замене его посевом кукурузы; назовите возможные побочные эффекты этого действия.

16. Какие свойства и показатели окружающей среды определяют ее реакцию на воздействие человека?

17. Каковы причины нарушения окружающей среды и обострения проблем окружающей среды во второй половине XX в.?

Глава 3

ТЕХНОБИОГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Система окружающей среды

Итак, окружающая среда — это очень сложная поликомпонентная система, включающая в себя как многочисленные физические природные и искусственно созданные человеком компоненты и их многообразные связи и взаимодействия, так и социально-экономические компо-

ненты и связи в их историческом развитии, и являющаяся подсистемой в более общей системе «человек — окружающая среда». Исследование столь сложного объекта во всей его интегральной целостности обычным аналитическим путем если и не невозможно, то представляет существенные трудности и требует особого подхода. Наиболее результативно применение к таким объектам развитого в последнее время «системного подхода», который служит для исследования очень сложных систем и призван дать целостную картину объекта и закономерностей его существования и поведения.

Целесообразно воспользоваться для целей исследования системы «человек — окружающая среда» тем формальным аппаратом и фундаментальными понятиями системного подхода, которые используются в экологии (Федоров, Гильманов, 1981). Необходимо иметь в виду наиболее фундаментальное свойство систем: любая реальная система, сколь бы большой и сложной она ни была, является подсистемой какой-то более общей системы — вселенная, мироздание. Именно в этом смысле системы «человек» и «окружающая среда», каждая из которых состоит из бесчисленного множества реальных систем, являются подсистемами в более общей системе «человек — окружающая среда» (см. рис. 3 и 6).

Условимся, следуя В. Д. Федорову и Т. Г. Гильманову, об основных понятиях системного подхода, которыми мы будем пользоваться в дальнейшем.

Элементом системы L называется ее внутренняя составная часть X или компонент, функционирующий как некое единое целое и имеющий значение для системы как целого при данном уровне (масштабе) рассмотрения.

Составом системы L называется множество X , состоящее из всех ее внутренних элементов X_1, X_2, \dots, X_n , где n — число элементов системы:

$$X = \{X_1, X_2 \dots X_n\}. \quad (8)$$

Окружающей средой системы L называется множество V , состоящее из всех внешних систем $S_1, S_2 \dots S_k$, находящихся в существенной связи с данной системой:

$$V = \{S_1, S_2 \dots S_k\}. \quad (9)$$

Структурой системы L называется множество Σ , включающее все связи (отношения) $\sigma_1, \sigma_2 \dots \sigma_r$ элементов системы как между собой (внутренние системообразую-

щие связи), так и с элементами непосредственной и дальней окружающей среды (внешние связи):

$$\Sigma = \{\sigma_1, \sigma_2 \dots \sigma_r\}. \quad (10)$$

Состав, окружающая среда и структура системы могут изменяться с течением времени, что формально записывается следующим образом:

$$X = X(t) = \{X_1(t), X_2(t) \dots X_n(t)\}, \quad (11)$$

$$V = V(t) = \{S_1(t), S_2(t) \dots S_k(t)\}, \quad (12)$$

$$\Sigma = \Sigma(t) = \{\sigma_1(t), \sigma_2(t) \dots \sigma_r(t)\}. \quad (13)$$

Функцией системы L называется закон (совокупность правил) F , по которому в зависимости от внешних факторов $V(t)$ происходит изменение во времени состава $X(t)$ и структуры $\Sigma(t)$ системы L .

В соответствии с данными выше частными понятиями можно определить и общее понятие системы.

Системой L(t), функционирующей в окружающей среде $V(t) = \{S_1(t), S_2(t) \dots S_k(t)\}$, называется объект

$$L(t) = L(V(t), X(t), \Sigma(t), F), \quad (14)$$

образованный элементами множества $X(t) = \{X_1(t), X_2(t) \dots X_n(t)\}$, которые связаны между собой и с окружающей средой определенными связями (отношениями), множество которых $\Sigma(t) = \{\sigma_1(t), \sigma_2(t) \dots \sigma_r(t)\}$ образует его структуру. Состав $X(t)$ и структура $\Sigma(t)$ системы L изменяются во времени в соответствии с функцией F .

Системный подход к исследованию любого объекта состоит, таким образом, во-первых, в определении состава системы, т. е. образующих ее элементов $X_1, X_2, \dots X_n$ и взаимодействующих с нею объектов окружающей среды S_1, S_2, \dots, S_k ; во-вторых, в установлении структуры системы, т. е. совокупности внутренних и внешних связей $\sigma_1, \sigma_2 \dots \sigma_r$; в-третьих, в нахождении функции F системы, определяющей характер изменения системы в целом и ее элементов и структуры во времени.

Системный подход допускает произвольное расчленение любой сколь угодно обширной системы на дискретные отдельные, блоки, элементы системы, объем и количество которых определяются, с одной стороны, составом системы, а с другой — масштабом рассмотрения. Каждый элемент системы при этом может рассматриваться как самостоятельная система в принятом масшта-

бе, причем другие элементы того же уровня в этом случае будут выступать для него объектами окружающей среды.

В своем физическом проявлении на поверхности Земли общая система «человек — окружающая среда» является, с одной стороны, непрерывной, а с другой — дискретной, состоящей из ряда качественно отличных блоков, причем дискретность подсистемы «человек» определяется социальной структурой человечества, а дискретность подсистемы «окружающая среда», кроме того, связана с природной неоднородностью земной поверхности.

Используя описанный выше подход и следуя цели данной книги, условимся о терминологии, которая будет использоваться в дальнейшем анализе состава, структуры и функций исследуемой нами системы.

Целесообразно окружающую человека среду назвать, по аналогии с другими земными сферами, *антропосферой* (от греч. *anthropos* — человек), обозначив ее символом *A*.

Целесообразно в общепланетарном масштабе рассмотрения считать антропосферу самостоятельной системой, по отношению к которой человек выступает в качестве внешней системы.

Согласно приведенным выше аргументам, система антропосферы состоит из двух подсистем (см. гл. 1): физической окружающей среды, которую можно назвать *экоферой* с обозначением символом *E*, и социально-экономической окружающей среды, которую можно назвать *социосферой* с обозначением символом *S*.

Термин «экофера» уже используется в научной литературе, правда в несколько различном толковании разными авторами. В частности, экологи (Федоров, Гильманов, 1981) используют его в качестве синонима термина «биосфера». Мы предпочитаем сохранить за термином «биосфера» его классическое значение, данное В. И. Вернадским, а термин «экофера» использовать в более широком понимании как физической окружающей среды человека, включающей как биосферу (*B*) (природная физическая среда), так и техносферу (*T*) (искусственно созданная физическая среда). В этом понимании термин «экофера» соответствует понятию «географическая оболочка Земли», введенному в 1932 г. академиком А. А. Григорьевым, или «геосфера» (Рябчиков, 1972) и понятию «ноосфера» В. И. Вернадского.

Таким образом, в символической форме используемую терминологию можно выразить следующими множествами:

$$\text{антропосфера } A = \{E, S\}, \quad (15)$$

$$\text{экосфера } E = \{B, BT, T\}, \quad (16)$$

где символ BT означает область пересечения биосферы и техносферы, например в агроэкосистемах.

Экосфера, или физическая среда обитания человека, состоит из бесчисленного множества конкретных экосистем, связанных между собой природными и антропогенными (техногенными) потоками вещества и энергии и представленных: 1) природными экосистемами биосферы (биогеоценозами) — NE ; 2) антропогенными экосистемами области пересечения биосферы и техносферы или агроэкосистемами (поля, сады, плантации, пастбища) — AE ; 3) экосистемами техносферы: техноэкосистемами (заводы, предприятия, шахты, карьеры, нефтяные поля, коммуникации как технические сооружения на земной поверхности) — TE ; экосистемами сельских поселений — RE и экосистемами городских поселений — UE .

Совокупность природных экосистем NE составляет *экоблок природы* N :

$$N = \{NE_1, NE_2 \dots NE_i\}. \quad (17)$$

Совокупность агроэкосистем AE вместе с совокупностью техноэкосистем TE составляет большой *экоблок производства* P :

$$P = \{AE_1, AE_2 \dots AE_n\} + \{TE_1, TE_2 \dots TE_m\}. \quad (18)$$

Совокупность экосистем сельских RE и городских UE поселений составляет *экоблок человеческих поселений* H :

$$H = \{RE_1, RE_2 \dots RE_p\} + \{UE_1, UE_2 \dots UE_q\}. \quad (19)$$

Таким образом, экосфера может быть совокупно определена как множество, состоящее либо из конкретных экосистем:

$$\begin{aligned} E = & \{NE_1, NE_2 \dots NE_i\} + \{AE_1, AE_2 \dots AE_n\} + \\ & + \{TE_1, TE_2 \dots TE_m\} + \{RE_1, RE_2 \dots RE_p\} + \\ & + \{UE_1, UE_2 \dots UE_q\}, \end{aligned} \quad (20)$$

либо из крупных экоблоков:

$$E = \{N, P, H\}. \quad (21)$$

Принимая во внимание выражение (16), заметим, что

$$\{N, P, H\} = \{B, BT, T\}, \quad (22)$$

где экоблок N принадлежит полностью биосфере, экоблок H — полностью техносфере, а экоблок P включает в себя как элементы техносферы, так и область пересечения биосферы и техносферы (агроэкосистемы).

Рассматривая состав экосферы, ее крупные экоблоки и слагающие их экосистемы, необходимо иметь в виду, что каждая конкретная экосистема также имеет сложный состав, представленный системообразующими элементами литосферы, педосферы, гидросферы и атмосферы Земли и живым населением.

Соответственно и в составе социосферы могут быть выделены системообразующие элементы: 1) экономические — Ec ; 2) социальные — Sc ; 3) здравоохранительные — Hl ; 4) культурные — Cl ; 5) идеологические — Id .

Перечисленные компоненты представляют собой соответствующие множества:

$$Ec = \{Ec_1, Ec_2 \dots Ec_n\}, \quad (23)$$

$$Sc = \{Sc_1, Sc_2 \dots Sc_j\}, \quad (24)$$

$$Hl = \{Hl_1, Hl_2 \dots Hl_i\}, \quad (25)$$

$$Cl = \{Cl_1, Cl_2 \dots Cl_l\}, \quad (26)$$

$$Id = \{Id_1, Id_2 \dots Id_r\}, \quad (27)$$

которые в своей совокупности дают *социоблок управления* M :

$$M = \{Ec, Sc, Hl, Cl, Id\}. \quad (28)$$

Кроме блока управления в составе социосферы может быть выделен самостоятельный крупный блок обмена — Ex , включающий все системообразующие элементы, связанные с торговлей, натуральным и денежным обращением, взаимными поставками сырья, материалов, оборудования, готовых изделий и продуктов при посредстве различных коммуникаций:

$$Ex = \{Ex_1, Ex_2 \dots Ex_u\}. \quad (29)$$

Таким образом, социосфера, по аналогии с экосферой, может быть определена или как множество, состоящее из двух крупных сложных экоблоков:

$$S = \{M, Ex\}, \quad (30)$$

или состоящее из конкретных системообразующих элементов, каждый из которых, в свою очередь, исключительно сложен:

$$S = \{Ec_1, Ec_2 \dots Ec_n\} + \{Sc_1, Sc_2 \dots Sc_f\} + \{Hl_1, Hl_2 \dots Hl_j\} + \\ + \{Cl_1, Cl_2 \dots Cl_i\} + \{Id_1, Id_2 \dots Id_r\} + \{Ex_1, Ex_2 \dots Ex_u\}. \quad (31)$$

Блок-схема антропосферы $A = \{E, S\}$ приведена на рис. 6, где одновременно показаны и некоторые внутрен-

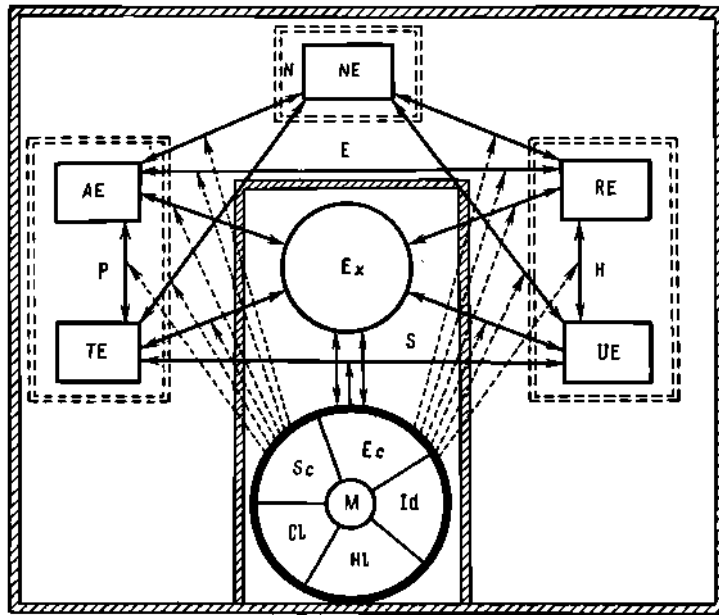


Рис. 6. Блок-схема окружающей среды (антропосферы). (Обозначения см. в тексте)

ние связи между блоками и элементами этой сложной системы.

Суммируя сказанное о составе системы «окружающая среда» или антропосферы, необходимо обратить внимание на иерархию ее структурных уровней (рис. 7).

В заключение рассмотрения состава антропосферы отметим, что, как всякая система природы и общества, она является динамичной, т. е. изменяется во времени, что на основании выражения (11) можно записать как

$$A = A(t) = \{N(t), P(t), H(t)\} + \{M(t), Ex(t)\}. \quad (32)$$

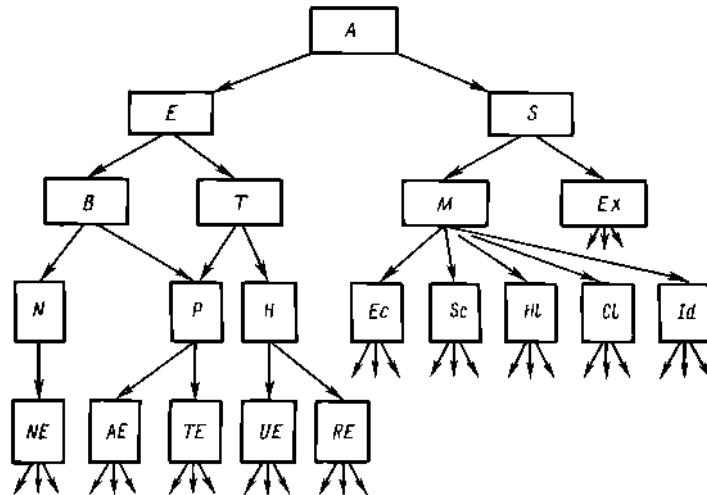


Рис. 7. Иерархическое строение окружающей человека среды (антропосферы).
 Буквенные обозначения см. в тексте. Стрелки внизу нижних блоков означают дальнейшее деление экосистем на составляющие их элементы

Структура окружающей среды

Под структурой окружающей среды (антропосферы) понимается множество Σ , включающее все связи (отношения) $\sigma_1, \sigma_2 \dots \sigma_r$, составляющих ее элементов как между собой (внутренние системообразующие связи), так и с элементами окружающей ее среды (внешние связи) в соответствии с выражениями (10) и (13).

Проанализируем в общем виде характер связей в антропосфере в соответствии с ее составом, оговорившись, что полная количественная характеристика этих связей в большинстве случаев не возможна на данном уровне знаний вследствие исключительной обширности системы. Однако отдельные блоки, или элементы, системы исследованы уже достаточно подробно и могут быть описаны в количественных формальных терминах.

Физически связи между отдельными блоками, или элементами, системы антропосферы проявляются в виде потоков вещества, энергии или информации. Важно под-

черкнуть, что такой характер связей существует не только между крупными экоблоками и социоблоками, но и внутри отдельно взятых экосистем в реальном пространстве.

Приведем качественный анализ характера ряда связей в системе антропосферы с целью выявления некоторых методологических параметров управления системой, взяв для примера лишь некоторые, поскольку полный их анализ, повторяем, физически невозможен.

Связь $M-AE$ наглядно прослеживается на примере развития сельского хозяйства в СССР. Она включает в себя такие элементы управления, как национализация земли, коллективизация, укрупнение хозяйств, создание совхозов, межхозяйственные объединения, освоение целинных и залежных земель, государственные капиталовложения, система сельскохозяйственных органов управления от государственного до районного звена, внедрение травопольной, паровой, почвозащитной и других систем земледелия, внедрение новой прогрессивной сельскохозяйственной технологии, внедрение новых сортов растений и пород животных, укрепление и подготовка кадров специалистов, организация мелиорации, химизации, механизации и т. д.

Связь $AE-M$ является обратной по отношению к предыдущей. Она включает в себя различные формы уплаты государственного налога, поставки сельхозпродукции, различные информационные потоки и поток трудовых ресурсов.

Кроме указанных непосредственных связей можно выделить опосредствованные связи $M-E_x-AE$ и $AE-E_x-M$, а также и еще более сложные связи $M-E_x-TE-AE$ или $M-E_x-TE-E_x-AE$ (например: разработка планового задания на производство комбайнов в M — мобилизация ресурсов для их производства в E_x — производство комбайнов в TE — аккумуляция произведенных машин в E_x и их распределение, доставка — поступление и ассимиляция машин в AE).

Однако описанные связи более или менее упрощены. В реальной жизни практически все элементы и блоки антропосферы взаимоувязаны в единое целое, что и обуславливает ее единство и функционирование как системы. Так, выход блока M зависит от результирующего действия всего составляющего множества элементов E_c , Sc , Hl , Cl и Id , которое во многом связано с функциониро-

ванием элемента *UE*. Выходной сигнал из *M* (план-задание на производство комбайнов) поступит в *Ex*, откуда после переработки задания и ресурсы для их выполнения поступят в несколько *TE* (производители сырья, энергии) и обратно в *M* (научно-технические разработки); после чего ответные сигналы (материалы) снова соберутся в *Ex* и оттуда уже поступят в нужную *TE* для непосредственного производства машин. На этом пути будут задеты и некоторые *NE* в местах добычи сырья и энергии. Далее связь от *TE* пойдет обратно в *Ex* и оттуда в *AE*, захватив по пути и *RE*, где живут непосредственные пользователи комбайнов, которых еще нужно выучить опять-таки через блок *M*. Таким образом, в этом, казалось бы, простом процессе будут затронуты в той или иной степени практически все экоблоки антропосферы. А ведь таких процессов бесчисленное множество.

На основании этого примера можно сделать вывод, что анализ связей в системе антропосферы в целом, охватывающий вещественные, энергетические и информационные потоки, хотя и возможен в принципе, но крайне трудоемок и едва ли эффективен и целесообразен. Такой анализ может иметь лишь теоретическое значение с точки зрения познания структуры и функционирования антропосферы как единого целого. Практически же значительно важнее получить знания о функционировании (структуре) отдельных пространственных или вещественных элементов и элементарных потоков экосферы в их связи с соответствующими элементами социосферы.

С этой целью введем представления о пространственном и вещественном элементах экосферы и элементарном потоке как объектах системного анализа.

Пространственный элемент экосферы — это однородная в каком-то заданном отношении территориальная единица земной поверхности.

Однородность пространственного элемента экосферы может быть задана и оценена различными путями для разных целей анализа, но всегда с учетом некоего пространственного единства.

Во-первых, можно подойти к оценке однородности с политико-административных позиций, и тогда мы будем иметь иерархию территориальных единиц, скажем, такого возрастающего порядка: территория колхоза, совхоза, села, города — территория сельского, городского совета — район — область — республика — страна — груп-

па стран (в рамках единой общественно-экономической формации или в рамках субконтинентов и континентов) — мир в целом.

Во-вторых, можно подойти к установлению, однородности с ландшафтно-географических позиций, выделяя пространственные элементы экосферы на основе иерархии комплексного физико-географического районирования: а) во внезональной схеме: фация (конкретная экосистема, биогеоценоз) — урочище — местность — ландшафт — район — округ — провинция — область — страна — сектор — континент — суша, океан — земной шар; б) в зональной схеме: фация — урочище — местность — ландшафт — полоса — подзона — зона — пояс — земной шар.

В-третьих, можно выделить на земной поверхности некие природно-территориальные комплексы, имеющие либо преимущественно природное (Кавказ, Закавказье, Западная Сибирь), либо преимущественно экономическое (Донбасс, Кузбасс, зона БАМ, Срединный регион, Экибастуз, зона КМА, зона Каракумского канала), либо природно-экономическое единство (Нечерноземная зона РСФСР, Центральная черноземная область).

Наконец, в-четвертых, можно выделить «каскадные ландшафтно-геохимические системы» (Глазовская, 1964) или «геосистемы» (Дьяконов, 1975), «геосинолы» (Ретеюм, 1971), гидрологические бассейны с односторонним системообразующим потоком вещества: например, горная геосистема Кавказа, бассейн Волги, бассейн Каспийского моря.

Любая из указанных территориальных единиц экосферы может служить объектом системного анализа, выступая в качестве «системы» в соответствии с иерархией своего положения в общей системе экосферы. Отметим, что при любом из описанных подходов к пространственной дифференциации земной поверхности каждый пространственный элемент экосферы имеет определенную горизонтальную протяженность, площадь и границы, определенное вертикальное строение, включая в себя соответствующие компоненты атмосферы, гидросферы, педосферы и литосферы, а также пронизывающие перечисленные геосферы элементы биосферы и техносферы; состоит из комплекса конкретных взаимосвязанных экосистем или является конкретной экосистемой (на низших уровнях иерархии).

Вещественный элемент экосферы — это субстанционно однородный в каком-то заданном отношении предмет, вещество, объект или материальная единица на земной поверхности.

Как и в предыдущем случае, однородность такого объекта может быть задана и оценена различными критериями для разных целей анализа, но всегда с учетом некоторого вещественного единства.

Примеры вещественных элементов экосферы бесчисленны и варьируют от таких, как атмосферный воздух, океанская вода, вода суши, пресная вода, почва (во всем ее разнообразии), флора, деревья, мхи, лишайники, береза, пшеница, фауна, млекопитающие, моллюски, пауки, жужелица, комар, гранитные горные породы, базальтовые породы, известняки, нефть, природный газ, каменный уголь, углерод, железо, сера, азот и т. п., до таких, как дом, самолет, телевизор, автомобиль, тепловоз, велосипед и т. п. Как видно из этих примеров, в одних случаях критерием единства служат физическое состояние и химический состав объекта, в других — форма движения материи (биологические объекты), в третьих — внутреннее устройство и назначение объекта. В любом случае важно то обстоятельство, что каждый вещественный элемент экосферы может служить материальным носителем системообразующих связей как между пространственными элементами экосферы, так и внутри них.

Нетрудно видеть, что любой пространственный элемент экосферы состоит из комплекса (однородного или чаще разнородного) вещественных элементов, причем в природе имеет место постоянный обмен различными вещественными элементами между пространственными элементами, как и обмен энергией и информацией между ними. Этот обмен имеет форму направленных открытых потоков или замкнутых обратимых потоков (циклов).

Элементарный поток экосферы — это системообразующий поток (цикл), представляющий перемещение в пространстве одного вещественного элемента экосферы или одного вида энергии и информации.

Примерами элементарных потоков могут быть: круговороты воды, углерода, азота, других химических элементов в пределах одного или между несколькими пространственными элементами экосферы; для биосферы — циклы синтеза, разрушения, гумификации и консервации органического вещества, жизненные циклы; газообмен

между различными геосферами Земли; товарные потоки каких-то определенных предметов или материальные потоки в техносфере.

Имея в виду данные представления, можно сказать, что системный анализ структуры антропосферы сводится к исследованию потоков (циклов) между различными пространственными элементами экосферы и влияния элементов социосферы на направление, вещественный (энергетический, информационный) состав, интенсивность и скорость этих потоков.

Со времени введения в науку В. И. Вернадским в 20-х гг. нашего столетия представления о биогеохимических циклах как основе организованности биосферы и особенно за последние 30—40 лет накоплен огромный фактический материал о характере биогеохимических циклов элементов и потоков энергии в экосфере, хотя до полной и детальной их оценки еще далеко.

Если не принимать во внимание незначительный по объему массообмен с космосом и радиоактивный распад, то можно сказать, что общее количество на Земле атомов каждого элемента постоянно, а следовательно, и конечно. В то же время совершающиеся вот уже несколько миллиардов лет на земной поверхности процессы вовлекают в различные преобразования вещества земной коры огромные массы всех элементов, причем именно циркуляция элементов, замкнутость их глобальных циклов позволяют природе превращать их конечное содержание в бесконечное.

В абиотический период истории Земли это были *геохимические циклы* вещества; с появлением биосферы 2,5—3 млрд. лет назад они превратились в *биогеохимические*, а с появлением техносферы — в *технобиогеохимические*. Если еще совсем недавно вопрос ставился о биогеохимических циклах в природе и их нарушении человеком (Ковда, 1976), то сейчас приходится ставить вопрос для существенной части земной поверхности и для большого числа ее компонентов именно о технобиогеохимических циклах как современной норме природы, поскольку речь идет уже не об отдельных нарушениях природных циклов человеком, а об их полном преобразовании (например, цикл углерода, цикл воды). Представление В. И. Вернадского о биогеохимических циклах как основе организованности биосферы в настоящее время углублено и расширено до представления о технобио-

геохимических циклах как основе организованности экосферы и антропосферы в целом. Если иметь в виду то, что энергия мировой индустрии сейчас имеет тенденцию удвоения через каждые 15 лет (Рябчиков, 1980), а в СССР — через 7—8 лет, то можно себе представить стремительный рост техногенной составляющей во всех глобальных циклах. Это же обстоятельство необходимо учитывать и при анализе количественных оценок всех технобиогеохимических потоков в экосфере, интенсивность и скорость которых ежегодно возрастает, что требует постоянного корректирования оценок этих явлений.

Разработка современного учения о глобальных циклах или круговоротах, веществ связана с именами *В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, В. М. Гольдшмидта, Б. Б. Полюнова, А. П. Виноградова, В. Р. Вильямса*. В наше время эти проблемы разрабатываются *В. А. Ковдой, А. И. Перельманом, С. М. Григорьевым, К. И. Лукашовым, М. А. Глазовской, В. В. Ковальским, А. М. Рябчиковым, Э. Гольдбергом, В. И. Вульфсоном, Ф. Дювиньо* и многими другими исследователями как в СССР, так и за рубежом.

Общий цикл технобиогеохимического круговорота веществ на земной поверхности складывается из ряда самостоятельных биологических, абиогенных геологических и техногенных циклов, однако все они укладываются в большой геологический круговорот веществ, охватывающий все земные геосферы и включающий следующие главные этапы: появление вулканических пород на земной поверхности — их выветривание и денудация — накопление континентальных и океанических осадков — метаморфизм осадков — выход на поверхность осадочных пород либо их опускание в геосинклинальных областях в мантию и переплавка, после чего опять выход на поверхность в новом цикле вулканизма. С учетом главнейших геоструктур и тектоники земной коры общая схема круговорота веществ усложняется, но принципиально остается той же самой.

Относительно скорости и интенсивности большого геологического круговорота веществ в настоящее время нельзя привести сколь бы то ни было точные данные, существуют лишь приближенные оценки и то лишь для экзогенной составляющей общего цикла, т. е. без учета притока вещества из мантии в земную кору. Экзогенная компонента большого геологического круговорота ве-

ществ — это постоянно идущий процесс денудации земной поверхности. Наиболее полная и современная оценка величины общей денудации суши земного шара была недавно сделана С. П. Горшковым (1980), который приводит следующие компоненты денудационного баланса (млн. т/год):

I. Общий приток вещества на сушу	4043
в том числе	
поток циклических солей	580
поток космического вещества	1
связывание компонентов внешних геосфер в минералах	1862
аккумуляция в торфе	100
аккумуляция в гумусе почв	1500
II. Общий отток вещества с суши	52 990
в том числе	
А. Вынос в океан	27 080
с твердым веществом речного стока	17 444
с растворенным веществом речного стока	3403
с моренным материалом ледников	2393
с продуктами абразии	700
с эоловым переносом	2000
с растворенным веществом прямого подземного стока	1000
путем сбрасывания с кораблей	140
Б. Аккумуляция во внутренних водоемах	18 210
в том числе	
в озерах	4830
в водохранилищах	13 380
В. Высвобождение компонентов в атмосферу	7700
в том числе	
окисление гумуса почвы	1000
окисление органики стратосферы при денудации	200
освобождение воды из минералов и мерзлых пород	100
при сжигании топлива	6400
III. Общий денудационный баланс суши	48 947

Таким образом, общий денудационный баланс суши земного шара (—48,9 млрд. т/год) складывается из экзогенного приноса вещества (4 млрд. т/год) и выноса вещества с суши в океан (27,1 млрд. т/год), во внутренние бессточные водоемы (18,2 млрд. т/год) и в атмосферу (7,7 млрд. т/год). Что же касается эндогенного приноса вещества, то данных о нем нет.

Чтобы представить роль биогенных и техногенных компонентов в этом цикле вещества, сопоставим приве-

Денные величины с нижеследующими (Ковда, 1976)
(млн. т/год):

фотосинтез на суше	10000—100000
оборот зольных элементов	100—1000
производство удобрений (в туках)	300
индустриальная пыль	250
добыча рудных ископаемых	5000
мусор, отходы, отбросы	20000
аэрозоли и газовые выбросы	1000

Вклад биосферных и техносферных компонентов в большой геологический круговорот веществ Земли весьма существенный: отмечается постоянно прогрессирующий рост техносферных компонентов за счет расширения сферы производственной деятельности человека.

Говоря о денудации суши земного шара, надо иметь в виду чрезвычайно большое разнообразие конкретного ее проявления в различных условиях как в микромасштабе (табл. 3), так и в макромасштабе (табл. 4).

Таблица 3

Поверхностный сток и снос вещества с водораздельных поверхностей в северной части штата Миссисипи, США (Ursic, 1965)

Характер водораздельного пространства	Годовая норма осадков, мм	Средний годовой поверхностный сток, мм	Средний годовой снос вещества, т/га
Безлесные территории			
культивируемые	1320	400	50
пастбищные	1290	380	36
Лесные пространства			
зброшенное поле	1290	180	0,29
истощенный лес	1290	130	0,22
плантация сосны	1370	25	0,045
зрелый сосновый лес	1290	230	0,045

Данные табл. 3 и 4 хорошо иллюстрируют зависимость скорости денудации земной поверхности от характера слагающих ее горных пород, климата, растительного покрова и хозяйственной деятельности человека, которые, действуя вместе в различных сочетаниях, определяют ту или иную интенсивность процесса. Однако надо иметь в виду и более общее положение о том, что максимальная денудация земной поверхности имеет место в горных районах и минимальная — на низменностях.

Таблица 4

Твердый сток некоторых рек мира (Holeman, 1968)

Река	Площадь бассейна, тыс. км ²	Средний сток, м ³ /с	Средний годовой твердый сток, млн. т	Среднегодовой модуль стока, т/км ²
Желтая (Хуанхэ)	715	1,6	1900	2600
Ганг	960	12	1500	1400
Колорадо	640	0,17	140	380
Миссисипи	3200	19	310	97
Амазонка	6100	190	360	60
Конго	4000	42	65	16
Енисей	2500	18	11	4

Кроме того, низменности являются промежуточными аккумуляторами вещества на его пути с суши в океан, а бессточные депрессии аккумулируют его полностью на протяжении геологического периода.

Существенный теоретический и большой практический интерес представляет изучение элементарных потоков экосферы в большом геологическом круговороте, ряд которых довольно хорошо изучен в количественном отношении, например глобальные круговороты воды, углерода (рис. 8), азота (рис. 9), серы, фосфора, ряда других элементов, потоки энергии и ряда сырьевых материалов (рис. 10).

Рассматривая схемы потоков в экосфере, особенно те, где большое значение имеют техногенные компоненты, необходимо помнить, что количественные оценки потоков на них даны с очень большой ошибкой в силу недостаточности точных данных, с одной стороны, а с другой — они имеют лишь силу на данный момент наблюдений, поскольку техногенные потоки вещества изменяются ежегодно (удвоение мощности каждые 15 лет). Отсюда и различия в количественных оценках, приводимых разными авторами для различных составляющих единого потока. Например, оценки глобального поглощения CO₂ при фотосинтезе из атмосферы и гидросферы составляют соответственно: 35 и 40 млрд. т/год (Болин, 1972), 25 и 10 (Ничипорович, 1972), 20 и 155 (Перельман, 1972), 16,7 и 127,8 млрд. т/год (Schonbourg, 1972); а оценки глобального потока в атмосферу техногенной CO колеблются от 142 (Альштулер, Ермаков, 1978) до 280 млрд.

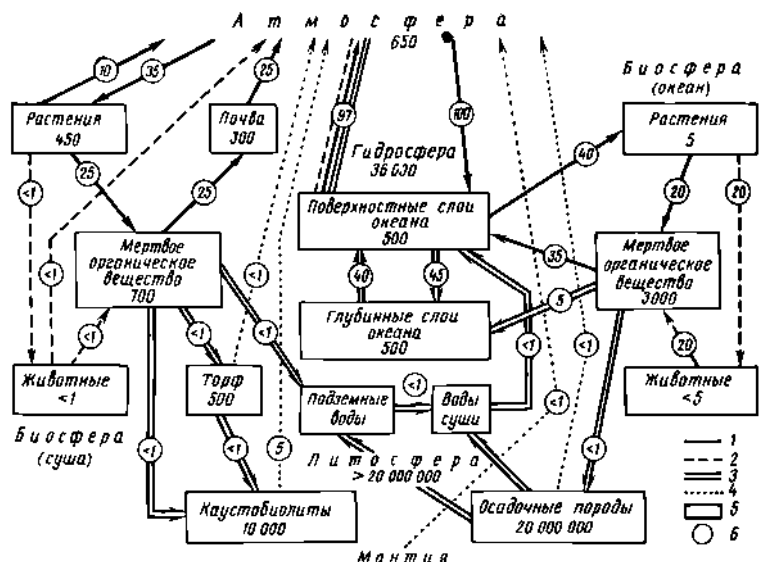


Рис. 8. Схема глобального круговорота углерода (по Т. В. Григорьевой, 1980).
 Малые циклы углерода: 1 — автотрофный; 2 — гетеротрофный; 3 — метаморфический; 4 — эрозионный; 5 — количество углерода в резервуарах, млрд. т; 6 — ежегодный перенос, млрд. т

т/год (Robinson, Robbins, 1970). Отсюда важнейшая научная задача уточнения всех количественных параметров большого геологического круговорота веществ в целом и составляющих его элементарных потоков экосферы.

Важнейшую роль в большом цикле геологического круговорота играют малые циклы вещества, как биосферные, так и техносферные, попав в которые вещество надолго выключается из большого геохимического потока, трансформируясь в бесконечных циклах синтеза и разложения.

Малый биологический круговорот веществ имеет особенно большое значение в почвообразовании, поскольку именно взаимодействие биологического и геологического круговоротов лежит в основе почвообразовательного процесса.

Для зольных элементов растений сущность малого круговорота в его естественном состоянии сводится к

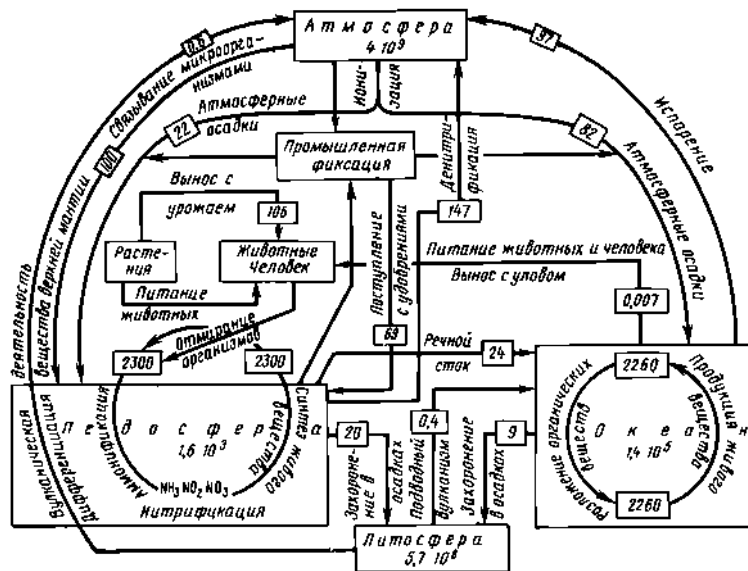


Рис. 9. Схема глобального цикла азота, в млн. т (по Е. В. Миляновой, 1980):
цифры на стрелках — годовые потоки; цифры в блоках — запас в резервуарах атмосферы, педосферы, океана и литосферы

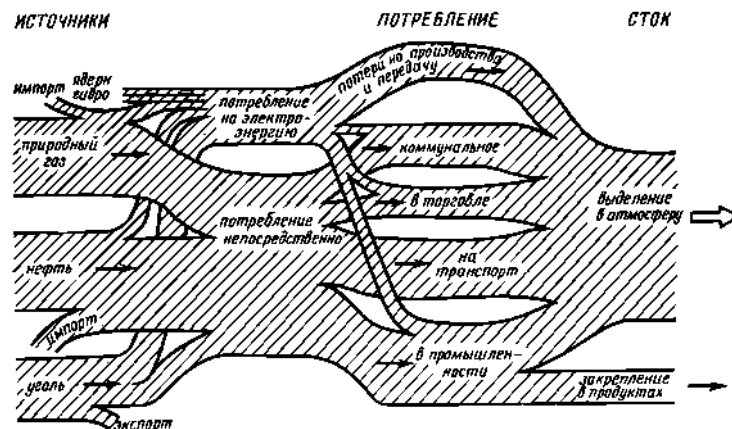


Рис. 10. Энергетический поток в техносфере США в 1968 г. (по Turks, Wittesses, 1974, с дополнением автора)

потреблению растениями элемента из почвы, его трансформации в теле растения в различных биохимических процессах и возвращению в почву после отмирания растения, где он опять проходит ряд трансформаций при посредстве микроорганизмов и абиотических процессов. При этом определенное количество элемента постоянно изымается из большого геологического круговорота (перевод элемента из минералов горных пород в доступное организмам состояние, изъятие его из атмосферы и гидросферы) и уходит в большой круговорот через атмосферу и гидросферу; какая-то доля уходит за пределы данной экосистемы и с мигрирующими животными. Хозяйственная деятельность человека резко меняет ход биологического круговорота веществ в результате совместного действия трех факторов: 1) уничтожения природной биоты и смена ее на культурную биоту сельскохозяйственных угодий; 2) отчуждения и потребления сельскохозяйственной продукции, как правило, за пределами той экосистемы, где она получена; 3) внесения удобрений и других химических веществ.

Объем, или «емкость», биологического круговорота веществ резко различны, во-первых, в зависимости от характера вещества или элемента (биофильные элементы и микроэлементы) и, во-вторых, в зависимости от природного типа экосистемы, что хорошо иллюстрируется данными табл. 5 по биологическому круговороту веществ для ряда природных зон.

Вовлечение того или иного химического элемента в технобиогеохимические потоки определяется также и химическими свойствами элемента, в частности степенью растворимости образуемых им соединений.

Живые организмы являются в целом очень мощным регулятором потоков вещества на земной поверхности, избирательно удерживая те или иные элементы в биологическом круговороте. Ежегодно в биологический круговорот азота вовлекается в 6—20 раз больше, чем в геологический, а фосфора — в 3—30 раз; в то же время сера, наоборот, вовлекается в 2—4 раза больше в геологический круговорот, чем в биологический (табл. 6).

Судьба того или иного элемента в конкретных экосистемах определяется в конечном итоге комплексом параметров, зависящих от химических свойств элемента, его земного кларка, его роли в технобиогеохимических процессах в экосфере (биофильность, технофильность,

Таблица 5
Ежегодное вовлечение элементов в биологический круговорот веществ на территории европейской части СССР
(Евдокимова и др., 1976)

Природная зона и ее площадь, млн. га	Эле- менты круго- ворота	N		P		K		Ca		Mg		S	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Тундра и лесотундра, 27	I	96,0	2,6	11,0	0,30	31,0	0,84	36,0	0,97	12,0	0,32	5,8	0,16
	II	21,7	0,6	2,8	0,08	8,4	0,23	8,6	0,23	3,0	0,08	1,4	0,04
	III	14,1	0,4	2,4	0,07	6,3	0,17	7,5	0,20	2,5	0,07	1,1	0,03
	IV	7,6	0,2	0,4	0,01	2,1	0,06	1,1	0,03	0,5	0,01	0,3	0,01
Леса лесной зоны, 150	I	972,0	145,8	113,3	17,00	341,0	51,20	790,0	118,50	82,0	12,30	126,6	19,00
	II	87,3	13,1	8,0	1,20	22,6	3,40	38,0	5,70	6,0	0,90	6,0	0,90
	III	45,3	6,8	3,3	0,50	8,0	1,20	21,0	3,20	4,0	0,60	2,6	0,40
	IV	42,0	6,3	4,7	0,70	14,6	2,20	17,0	2,50	2,0	0,30	3,4	0,60
Леса лесостепи, 17	I	952,0	16,1	141,0	2,38	532,0	9,00	112,0	1,90	107,0	1,80	97,0	1,62
	II	100,0	1,7	10,0	0,17	80,0	1,20	100,0	1,60	18,0	0,27	7,0	0,14
	III	70,0	1,2	9,0	0,15	58,0	1,00	95,0	1,50	15,0	0,25	6,0	0,12
	IV	30,0	0,5	1,0	0,02	22,0	0,20	5,0	0,10	3,0	0,02	1,0	0,02

Примечание. I — запас в фитомассе; II — потребление; III — возврат; IV — накопление в истинном приросте;
1 — кг/га; 2 — млн. т на площадь всей зоны.

Таблица 6

Соотношение годовичного вовлечения элементов в малый биологический и большой геологический круговороты на территории европейской части СССР (Евдокимова и др., 1976)

Природная зона и ее площадь, млн. га	Характер круго- ворота	N		P		K		Ca		Mg		S														
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2													
		Тундра и лесотундра, 27	I	21,7	0,6	2,8	0,08	8,4	0,2	8,6	0,2	3,0	0,08	1,4	0,04	II	3,9	0,1	0,1	0,002	8,4	0,2	38,0	1,0	9,5	0,30
Лесная зона, 242	I	94,5	20,6	10,9	2,40	45,5	9,9	37,2	8,1	8,4	1,80	6,7	1,50	II	5,6	1,2	0,7	0,20	27,8	6,1	76,1	16,6	18,9	4,10	21,0	4,60
Лесостепь, 87,3	I	117,3	10,2	16,1	1,40	104,0	8,8	51,7	4,5	18,4	1,60	9,2	0,80	II	10,1	0,9	4,3	0,30	44,9	3,9	70,1	6,1	23,0	2,00	8,3	0,70
Степь, 33	I	80,0	1,6	14,0	0,30	30,0	0,7	30,0	0,5	6,0	0,10	4,0	0,10	II	10,0	0,3	3,0	0,10	62,0	2,0	51,0	1,5	32,0	1,00	8,0	0,30

Примечание. I — вовлечение в биологический круговорот; II — вовлечение в геологический круговорот (вынос в атмосферу и гидросферу); 1 — кг/га, 2 — млн. т на всю площадь зоны.

геохимическая активность), соотношения биологического, техногенного и геологического циклов этого элемента. Баланс элемента в экосистеме может быть как положительным (прогрессивная аккумуляция), так и отрицательным (прогрессивное объединение) (рис. 11). В при-

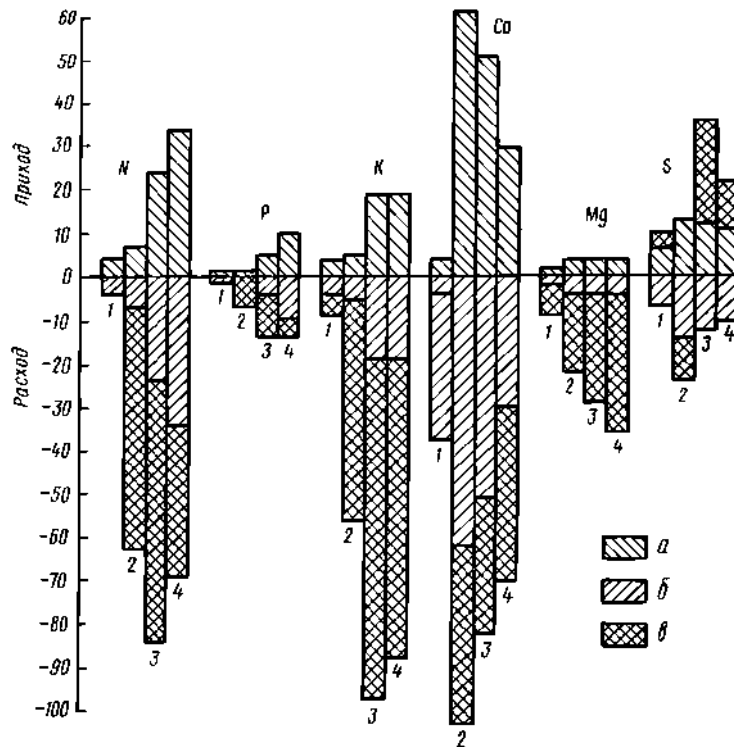


Рис. 11. Баланс биофильных элементов в экосистемах природных зон европейской части СССР, кг/га·год (по данным Евдокимовой и др., 1976):

1 — тундра и лесотундра; 2 — лесная зона; 3 — лесостепь; 4 — степная зона: а — приход (с атмосферными осадками и удобрениями); б — компенсированный приход расход (отчуждение, с поверхностным и подземным стоком); в — баланс (некомпенсированный вынос или накопление)

родных экосистемах дефицит того или иного элемента для создания биологической продукции восполняется за счет резервов атмосферы, гидросферы и литосферы в пределах данного пространственного элемента экосферы,

а в антропогенных агроэкосистемах — преимущественно за счет искусственных удобрений, импортированных со стороны.

Технобиогеохимические потоки, формирующие структуру экосферы, приводят к существенному перераспределению вещества на земной поверхности, создают дифференциацию пространственных элементов экосферы. В этом глобальном миграционном процессе создаются зоны концентрации тех или иных веществ и, наоборот, зоны обеднения — различные геохимические провинции.

Поскольку на земной поверхности основной технобиогеохимический поток направлен в рамках большого геологического круговорота веществ для 70% суши в океан и для 30% — в замкнутые бессточные депрессии, но всегда от более высоких отметок к более низким в результате действия гравитационных сил, соответственно идет и дифференциация вещества земной коры от высоких отметок к низким, от суши к океану. Обратные потоки (атмосферный перенос, деятельность человека, тектонические движения, вулканизм, миграция организмов) в какой-то мере усложняют это общее нисходящее движение вещества, создавая локальные миграционные циклы, но не меняют его в целом.

Скорость движения веществ, их подвижность в общем технобиогеохимическом потоке зависит как от свойств самих веществ, так и от свойств среды потока, т. е. его термодинамических и физико-химических характеристик на всем пути потока. Поскольку термодинамические параметры на пути потоков исключительно изменчивы в реальных условиях земной поверхности в соответствии с общим природным разнообразием, на них возникают участки, где резкое изменение условий миграции приводит к уменьшению подвижности тех или иных веществ или элементов и их накоплению в этих местах, названных А. И. Перельманом (1961) *геохимическими барьерами*.

В зависимости от непосредственного фактора, вызывающего концентрацию того или иного элемента, выделяются следующие типы и классы геохимических барьеров, для которых характерны определенные ассоциации накапливающихся элементов:

I. Биогеохимические барьеры (O, C, H, Ca, K, N, Si, Mg, P, S, Na, Cl, Fe, Ba, Sr, Sn, Zn, F, Cu, V, Ge, Ni, As, Co, Li, Mo, I, Se, Ra).

II. Физико-химические барьеры.

1. Окислительные: железный или железисто-марганцевый (Fe, Mn, Co), марганцевый (Mn), серный (S).

2. Восстановительные: сульфидный (Fe, V, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, U, As, Cd, Hg, Ag, Se); глеевый (V, Cu, U, Ag, Se).

3. Сульфатный и карбонатный (Ba, Ca, Sr).

4. Щелочной (Fe, Ca, Mg, Sr, Zn, Cu, Ni, Co, Pb, Cd).

5. Кислый (SiO₂).

6. Испарительный (Ca, Na, K, Mg, F, S, Sr, Cl, Rb, Zn, Li, Ni, U, Mo).

7. Адсорбционный (Ca, K, Mg, P, S, Rb, V, Cr, Zn, Ni, Cu, Co, Pb, U, As, Mo, Hg, Ra).

8. Термодинамический (Ca, Sr).

III. Механические барьеры (Fe, Ti, Zr, Cr, Nb, Th, Ta, Sn, W, Hf, Hg, Os, Pt, Pd, Au, Ru, Ir, Rb).

Геохимические барьеры могут иметь как линейный (на границах между разными экосистемами), так и площадной характер (целая пространственная экосистема выступает в роли барьера). Сменяя друг друга или образуя различные сочетания по протяжению технобиогеохимического потока, они создают некие комплексные барьеры, имеющие весьма широкий спектр аккумуляции элементов. Действием барьеров во многом определяется пространственная дифференциация вещества на земной поверхности и формирующиеся биогеохимические провинции. К этому необходимо добавить и техногенную природу некоторых геохимических барьеров: осушенные или обводненные территории, окисленные шахтные воды и т. п., не говоря уже о переводе окислов металлов в элементное состояние в металлургии, о коррозии металлов, антикоррозийных мерах и т. д.

Важным обстоятельством является то, что геохимические барьеры разбросаны по земной поверхности отнюдь не хаотически, а образуют закономерную систему, связанную с общей дифференциацией суши и, прежде всего, со структурой ее поверхности (рис. 12).

С точки зрения миграции вещества в водной среде, а это основной миграционный поток на земной поверхности, вся поверхность Земли может быть разделена на три главных элемента или геохимические зоны: элювиальные, или зоны выноса, транзитные и аккумулятивные. Важно подчеркнуть, что это деление сохраняется в любом масштабе рассмотрения: от отдельно взятого холма (его

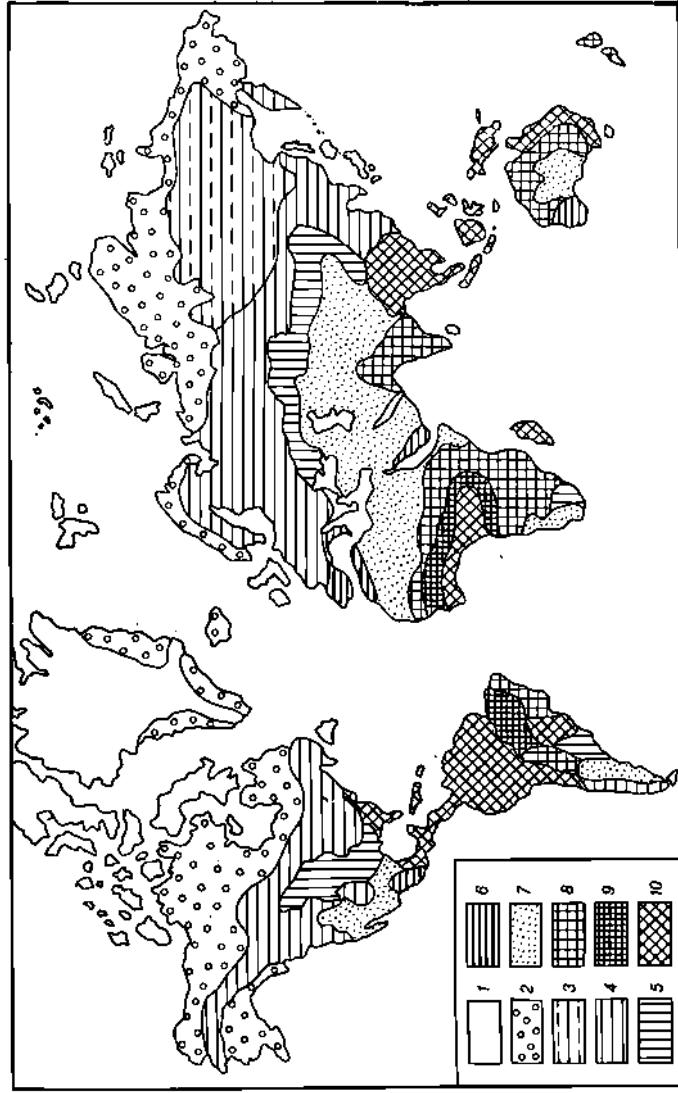


Рис. 12. Схема почвенно-геохимической дифференциации суши земного шара. Почвы и коры выветривания и преобладающие геохимические барьеры:

1 — криогенные нейтральные и слабощелочные насыщенные; окислительные и испарительные барьеры; 2 — криогенно-глеевые кислые и слабощелочные; восстановительные и кислые барьеры; 3 — криогенные сульфатные, окислительные, восстановительные и кислые барьеры; 4 — кислые сульфатные; окислительные, восстановительные, кислые, адсорбционные барьеры; 5 — нейтральные и слабощелочные монтмориллонитовые; сульфатные, карбонатные и адсорбционные барьеры; 6 — нейтральные сульфатно-карбонатные; карбонатные и адсорбционные барьеры; 7 — слабощелочные, щелочные и засоленные; сульфатные, карбонатные, щелочные и испарительные барьеры; 8 — сопряженные ферриалитные и монтмориллонитовые; окислительные и адсорбционные барьеры; 9 — ферригитные; окислительные барьеры; 10 — ферриалитные и аллитные; окислительные, кислые и адсорбционные барьеры

вершина, склон и подножие) до континентов и суши и океана в целом. Эти три типа земной поверхности тесно связаны между собой, образуя каскадные ландшафтно-геохимические системы (Глазовская, 1964), которые включают ряд конкретных экосистем (биогеоценозов, элементарных ландшафтно-геохимических систем, элементарных почвенно-геохимических ландшафтов), находящихся на различных гипсометрических уровнях и связанных между собой водными миграционными потоками веществ от более высоких уровней к более низким.

Миграция вещества в каскадных системах подчиняется определенным закономерностям, в частности тесно связана с растворимостью и миграционной способностью соединений, а аккумуляция веществ в той или иной их части связана с наличием соответствующих геохимических барьеров.

В результате действия технобиогеохимических потоков, прежде всего в рамках каскадных ландшафтно-геохимических систем с их разнообразными геохимическими барьерами, земная поверхность дифференцируется в вещественном отношении на различные *биогеохимические провинции* (Ковальский, 1974) и *техногенные геохимические аномалии* (Перельман, 1976). Первые формируются природными биогеохимическими миграционными потоками в каскадных ландшафтно-геохимических системах под влиянием природных геохимических барьеров; вторые — техногенными или технобиогеохимическими потоками в таких же системах, но под

влиянием как природных, так и техногенных геохимических барьеров. Поскольку в настоящее время природные и техногенные потоки вещества слились в единые технобиогеохимические потоки в единых каскадных системах (попробуйте, например, разделить техногенные и природные составляющие потока углекислого натрия в каскаде Большой Волги!), то, вероятно, настало время и для соответствующего объединения биогеохимических провинций и техногенных геохимических аномалий в единые *технобиогеохимические провинции*, что ни в коем случае не должно, конечно, препятствовать анализу источников поступления вещества в ту или иную провинцию и причин его аккумуляции в ней (характер барьера) или, наоборот, путей оттока вещества и причин обеднения им территории. Эти вопросы входят в анализ технобиогеохимических потоков как системообразующих связей в экосфере.

Попытка такого обобщенного подхода была предпринята М. А. Глазовской (1972, 1976) путем выделения *технобиогеом* как объектов ландшафтно-геохимического прогноза влияния загрязнения на природную среду, представляющих собой ландшафтно-геохимические системы, которые, во-первых, обладают сходным уровнем геохимической устойчивости, т. е. саморегуляции геохимических процессов и очищения от продуктов техногенеза; во-вторых, в случае избыточного воздействия техногенеза, превышающего уровень устойчивости данной системы, имеют сходный характер техногенных геохимических аномалий и связанных с ним нарушений в жизнедеятельности и продуктивности биоценозов. Степень геохимической устойчивости технобиогеом определяется: 1) скоростью химических превращений загрязняющих веществ в почвах, водах и атмосфере; 2) характером химических и фазовых превращений веществ в зависимости от геохимических барьеров; 3) интенсивностью выноса загрязняющих веществ или их метаболитов за пределы данной ландшафтно-геохимической системы, рассеяния их с поверхностным и подземным стоком и с воздушными потоками. Примеры крупных региональных технобиогеом для территории СССР показаны на рис. 13.

Перенос вещества поверхностными и подземными водами — это главный по объему фактор дифференциации суши земного шара в геохимическом отношении, но не

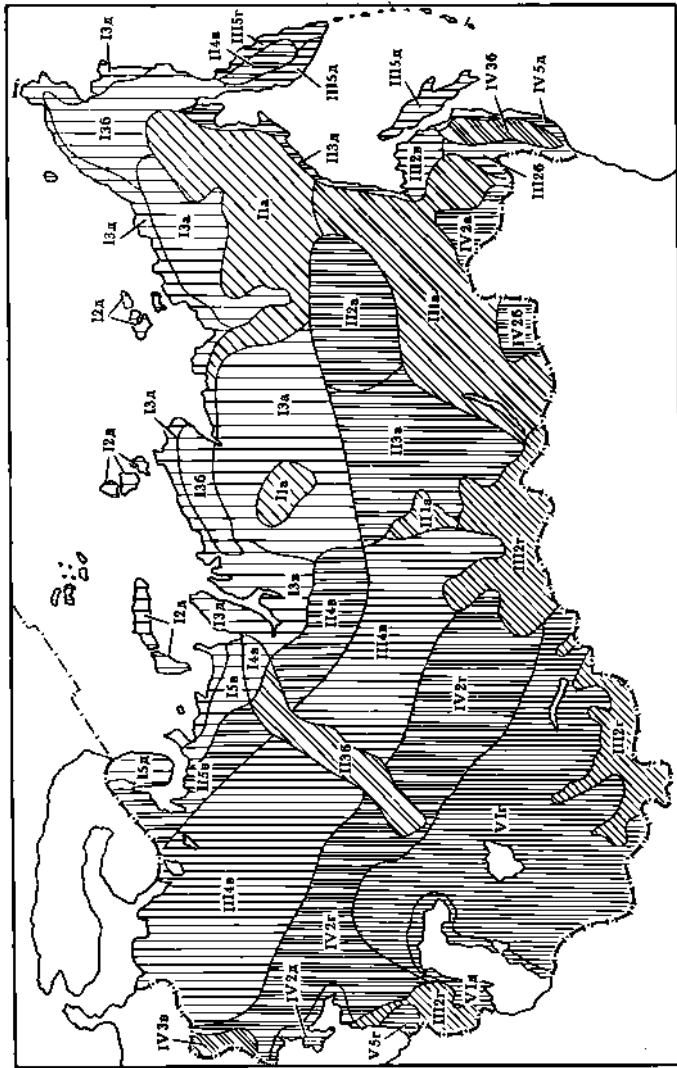


Рис. 13. Технобиогеома на территории СССР. Схема районирования по вероятной интенсивности самоочищения равнинных геосистем от твердых органических веществ-загрязнителей: I — очень слабая, II — слабая, III — умеренная, IV — интенсивная, V — очень интенсивная; (продолжение подлпсы см. на обороте)

жидких минеральных и органических веществ-загрязнителей: 1 — очень слабая, 2 — слабая, 3 — умеренная, 4 — интенсивная, 5 — очень интенсивная, и газообразных и аэрозольных (а — очень слабая, б — слабая, в — умеренная, г — интенсивная, д — очень интенсивная) (по М. А. Глазовской, 1976).
 Для горных геосистем изменения вероятной интенсивности с высотой: I — всюду слабая, II — от умеренной до слабой, III — от интенсивной до умеренной; 1 — от интенсивной до умеренной или интенсивной; а — от очень слабой до слабой, б — от умеренной до слабой, в — от интенсивной до умеренной, г — от интенсивной до очень слабой

единственный, а если говорить о большом геологическом круговороте веществ на земной поверхности в целом, то в нем весьма существенную роль играют и другие потоки, в частности океанический перенос и атмосферный перенос.

Океанический перенос — это водообмен между различными океанами планеты, с которым происходит и обмен растворенными солями. Ежегодно с океаническим переносом из океана в океан перемещается течениями около 21 000 тыс. км³ (для сравнения приведем весь речной сток материков — 448 тыс. км³). Особенно большой объем воды ежегодно перемещается Антарктическими течениями, связывающими Атлантический, Индийский и Тихий океаны (из Тихого океана в Атлантический через пролив Дрейка — 5785 тыс. км³, из Атлантического в Индийский океан — 6776, из Индийского в Тихий океан — 6342,6 тыс. км³). С речным стоком Индийский океан получает ежегодно 6 тыс. км³ воды с растворенными в ней веществами, а с океаническими течениями — 7283 тыс. км³ (выносятся из него течениями 7284,6 тыс. км³ воды).

Атмосферный перенос — это обмен веществом между различными участками планеты через атмосферу с помощью ветра. Ежегодно с океана на сушу через атмосферу поступает 125 тыс. км³ воды в виде атмосферных осадков, а с нею вместе и 580 млн. т различных солей. Существует и атмосферный перенос веществ континентального происхождения, причем он может иметь как глобальный (пыль Сахары осаж-

дается на территории США, а радионуклиды из Китая выпали в Канаде), региональный (сера, выделяемая в атмосферу заводами Рура, выпадает в Скандинавии), так и локальный (вокруг металлургических и других заводов, отложение солей ветром вокруг соленых озер — импульверизация солей, перенос ветром песка с образованием барханов и т. п.) характер. Все вещества, выделяемые в атмосферу в процессе производства, поступают в общий атмосферный перенос, в атмосферное звено большого геологического круговорота веществ.

Наконец, существенную роль в глобальном круговороте веществ и особенно в его региональных и локальных циклах, играют техносферный перенос, техногенные потоки вещества, осуществляемые в порядке обмена различными продуктами и сырьем между различными точками земной поверхности. Интересные примеры в этом отношении приводит Н. Ф. Глазовский (1976). По его расчетам, с экспортом древесины ежегодно с территории СССР уходит 1,2—5 тыс. т фосфора, 6—20 тыс. т азота, 1,2—6 тыс. т кремния; миграция этих элементов с древесиной из лесных районов страны в безлесные в 15—20 раз больше. Только из Кузбасса в европейскую часть СССР ежегодно поступает с углем 150—220 тыс. т азота и в несколько раз больше серы. С межгосударст-

Таблица 7

Роль техногенных потоков в общих циклах элементов, тыс. т/год
(Глазовский, 1976)

Регион	Канал потока	K	P	Fe	Si	N
Европейская часть СССР	ввозится с зерном ионный сток Волги	220	21	2,7	100	300
		900	25	15,0	500	30
Кустанайская область	вывозится с зерном ионный речной сток принос с атмосферными осадками	100	10	1,2	—	140
		p p—p0	0, p 3	0, p 5,4	—	0, p0
Англия	ввозится с зерном перенос с атмосферными осадками	200 —	20 —	2,0 —	80 —	270 1000

венными перевозками зерна в мире ежегодно переносится 1700 тыс. т калия, 170 тыс. т фосфора, 2400 тыс. т азота, что сопоставимо с общим годовым речным ионным стоком биофильных элементов в мировой океан — 18 000 тыс. т. Важно отметить и то обстоятельство, что техногенные потоки вещества постоянно возрастают на планете, уже по объему сопоставимые с природными биогеохимическими потоками, а для ряда химических элементов и превышают их. Техногенные потоки вещества уже в ряде мест играют существенную роль в общих технобиогеохимических циклах (табл. 7). При сжигании угля в атмосферу ежегодно поступает $3 \cdot 10^7$ т азота и примерно столько же изымается из атмосферы для производства азотных удобрений.

Для характеристики связи техногенной геохимической миграции с другими миграционными потоками Н. Ф. Глазовский (1976) предложил *коэффициент техногенной фиксации*:

$$K_f = \frac{Q_1}{Q_2}, \quad (33)$$

где Q_1 — количество добытого из недр земли компонента за определенное время, Q_2 — количество рассеянного компонента за то же время. Для биофильных элементов (азот, калий) K_f равно примерно единице, для серы — несколько выше единицы, а для железа он равен 2. Наряду с предложенным А. И. Перельманом (1976) *коэффициентом технофильности* (степень использования элемента относительно его кларка)

$$K_t = \frac{Q_1}{Kl}, \quad (34)$$

где Q_1 — ежегодная добыча химического элемента в тоннах и Kl — кларк этого элемента, этот коэффициент способствует правильному представлению о роли антропогенной геохимической деятельности на планете и техногенных потоков веществ в общем технобиогеохимическом потоке.

Количественная характеристика миграционных потоков вещества связана со многими трудностями и требует большого количества фактических данных по концентрации компонентов в разных точках потока. В общем виде *плотность распределения массы* мигрирующего вещества M в пространстве экосферы ω в зависимости от времени t выражается уравнением

$$\frac{dM}{d\omega} = q(x, y, z, t), \quad (35)$$

где x, y, z — пространственные координаты.

Полная производная плотности распределения во времени называется *миграционной функцией* вещества:

$$\Phi = \frac{dM}{d\omega} \cdot \frac{dM}{dt} = \frac{dq}{dt} = \frac{\partial q}{\partial t} = U_{\text{grad}} q, \quad (36)$$

где U — вектор скорости миграции.

Величина потока Q мигрирующего вещества определяется выражением

$$Q = qu, \quad (37)$$

где q — плотность потока и u — скорость мигрирующего вещества в потоке.

Вектор скорости миграции U можно определить с помощью вектора направления миграционного потока J :

$$U = uJ, \quad (38)$$

а миграционную функцию тогда выразить в виде

$$\Phi = \frac{\partial q}{\partial t} + u \frac{\partial q}{\partial J}. \quad (39)$$

Заканчивая обзор структуры окружающей среды, необходимо подчеркнуть, что анализ связей в общей системе экосферы и тем более антропосферы в целом только еще начинается. Большинство из них установлено лишь качественно и нуждается в точных количественных оценках, не говоря уже об установлении функций, т. е. законов формирования и функционирования тех или иных связей. Научная работа в этом отношении сейчас ведется во всем мире во всевозрастающем объеме в связи с практическими потребностями экономического и социального развития. Многие закономерности уже выявлены и количественно оценены, однако это лишь небольшая вершина огромного айсберга по сравнению с тем, что еще предстоит исследовать в разных разделах науки. И еще один методологический аспект нужно подчеркнуть: диалектический характер структуры антропосферы в соответствии с ее исключительной динамичностью. Ни единожды качественно установленные связи, ни, особенно, их количественные оценки не остаются постоянными, а постоянно эволюционируют, меняются и требуют постоянного мониторинга в связи с развитием антропосферы.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Что такое системный подход к исследованию окружающей среды?
2. Дайте определения состава, структуры и функции для системы окружающей среды.
3. Дайте определения антропосферы, экосферы и социосферы
4. В каком отношении находятся антропосфера и ноосфера (понятие, введенное В. И. Вернадским)?
5. В каком отношении к понятиям антропосферы, экосферы, социосферы находятся понятия биосферы и техносферы?
6. Из каких экоблоков состоит антропосфера? экосфера? социосфера?
7. Что такое «связи» в системе окружающей среды?
8. Проанализируйте возможные связи $M-P$, $M-H$, $H-P$, $P-H$, $NE-RE$, $NE-UE$, $UE-NE$ на рис. 11.
9. Что такое пространственный элемент экосферы?
10. Что такое элементарный поток экосферы?
11. Существуют ли физически элементарные потоки экосферы
12. Постройте блок-схему потоков железа в экосфере.
13. Постройте блок-схему потока воды для экосистемы хвойного леса и оцените ее количественно (на основе литературных данных) для условий Подмосковья.
14. Что такое биогеохимический цикл вещества?
15. Какую роль играет биологический круговорот азота в его большом геологическом круговороте?
16. Какую роль играют геохимические барьеры в геологическом круговороте железа?

Глава 4

САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Здоровье человека и окружающая среда

Тот факт, что здоровье человека определяется качеством окружающей среды, человечеству был известен издревле на основании жизненного опыта многих поколений, а медики древности придавали ему решающее значение в лечении болезней. Абу Али Ибн Сина (по-латыни Авиценна) написал свой знаменитый многотомный «Канон врачебной науки» и поэтическую урджуну (поэму о медицине) тысячу лет назад, определив в ней строгую связь между здоровьем человека, с одной стороны, и количеством и качеством пищи и воды, качеством жилья, климата, одежды, условиями работы

и тем, что сейчас называется «социальным стрессом» — с другой. Известны эти факты были и более древним медикам Китая, Индии, Египта, Греции, Рима. Со времени Гиппократов климат и погода считались сильно влияющими на здоровье человека, благоприятствуя ему или, наоборот, способствуя заболеваниям, а в Древней Греции медики широко использовали музыку для врачевания.

В наши дни эти вопросы изучаются медицинской географией (Шошин, 1962; Howe, 1977), географической патологией (Авцын, 1964, 1972), биогеохимией (Виноградов, 1938; Ковальский, 1957), геохимической экологией (Ковальский, 1974, 1976), экологией человека; они стоят в центре внимания Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) и Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Внимание к состоянию окружающей среды и ее влиянию на здоровье человека непрерывно растет с ростом производства и народонаселения, в связи с ростом разнообразных проблем окружающей среды. Конференция ВОЗ в сентябре 1978 г. в Алма-Ате, посвященная первичному медицинскому обслуживанию людей, отметила существенный сдвиг ударения в современном здравоохранении с госпиталей, антибиотиков и вакцинаций — сколь они ни существенны — на обеспечение здоровья путем снабжения людей чистой водой, соответствующим питанием и свободной от болезнетворных влияний окружающей средой (Tolba, 1982). Профилактика заболеваний — основа советского здравоохранения в наши дни.

Если здоровье человека — это «состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не просто отсутствие болезни или патологического отклонения от нормы» (ВОЗ), то оно представляет сбалансированное равновесие тела и духа и полный баланс с окружающей средой. Болезнь, с другой стороны, — это недостаточное приспособление или адаптация к окружающей среде, плохая реакция организма на неблагоприятные влияния внешней окружающей среды (Howe, 1977).

В контексте связи между здоровьем и окружающей средой география болезней должна рассматриваться как на региональном (природном), так и социальном уровнях. Поскольку многие болезни связаны с фактора-

ми природной окружающей среды, то они не признают национальных границ, хотя они и могут быть остановлены на границе решительными карантинными мерами как в случае некоторых заразных заболеваний (оспа, чума). Однако есть много заболеваний, которые все еще переносятся на широких пространствах, контроль которых требует знания того, что происходит в разных регионах мира (холера, малярия, трахома, шистосомиазис). Именно здесь различия между странами в социальной среде, культуре, экономике и административном управлении могут иметь такое же, если не большее, значение, чем чисто природные различия. Это же относится и к незаразным заболеваниям: коронарные болезни сердца преобладают в развитых капиталистических странах и значительно менее распространены в развивающихся странах Азии, Африки, Латинской Америки.

Окружающая среда дает человеку существенные физические системы поддержания жизни — воздух, воду, пищу, укрытие, — но также представляет и многообразные опасности для его здоровья.

Воздух для нормального существования человека должен иметь тот состав, к которому в процессе эволюции он приспособлен. Падение содержания кислорода в воздухе ниже 16% приводит к кислородному голоданию крови, отражающемуся на функциях тела и мозговых центров. Жизнь не может поддерживаться при содержании кислорода в воздухе ниже 6%. Загрязнение воздуха ведет ко многим заболеваниям (хронический бронхит, рак легких, эмфиземы, астма).

Вода — основа существования всех биохимических реакций в организме. Человек может жить максимум неделю без воды, а иногда лишь несколько дней. Загрязнение воды патогенными организмами, пестицидами, свинцом, цинком, кадмием, ртутью, мышьяком, нитратами, фторидами, селеном, молибденом вызывает многие заболевания. Водные патогены — возбудители многочисленных заболеваний человека: водоросли (гастроэнтериты), бактерии (холера, дизентерия, тифы, паратифы), паразиты (малярия, желтая лихорадка, шистосомиазис), простейшие (дизентерия), вирусы (инфекционный гепатит, полиомиелит).

Пища — основа обмена веществ и энергии в человеческом организме, но она же и мощный канал болезнетворных влияний в результате проникновения в орга-

низм патогенов или вредных веществ через пищевые цепи растений и животных. Избыток или недостаток ряда микроэлементов в пище приводит либо к болезням, либо к смерти; избыток ртути, свинца, кадмия, селена серьезно влияет на здоровье человека.

Укрытие необходимо человеку от вредных физических воздействий среды: резкие колебания температуры, избыточная солнечная радиация различных частей спектра. Продолжительное солнечное облучение вызывает ожоги, рак кожи, генетические мутации и другие биологические изменения.

Человек подвержен воздействию различных паразитов, вызывающих заболевания, распространение которых полностью контролируется окружающей средой. Примерами серьезных заболеваний, вызываемых паразитами, служат холера, тиф и паратифы, бубонная чума, желтая лихорадка, шистосомиазис, филяриатоз (речная слепота, лоа-лоа), онхоцеркоз, малярия, амебиоз. Такие страшные болезни, как чума, оспа, тиф и холера, почти уничтожены в большинстве стран мира, а случаи красной лихорадки, дифтерита и полиомиелита крайне редки в развитых странах. Однако интенсивное перемещение людей по всему миру влечет и проникновение болезней из одних районов в другие.

Не меньшее значение, чем природные факторы, в распространении болезней имеет социальная среда человека; плотность населения, географическое распределение, мобильность, занятость, социально-экономическое положение, жилье, питание, привычки и обычаи, общий стиль жизни, уровень культурного развития, постановка здравоохранения в стране и конкретном месте обитания. О влиянии на здоровье людей бедности, нищеты, трущоб, массовой безработицы, социального неравенства можно говорить бесконечно. Такие перенаселенные промышленные центры Англии, как Ливерпуль, Глазго, Манчестер, Бирмингем, Лидс, Шеффилд, Брэдфорд, Ноттингем, Ньюкастл, имели в XIX в. рекордные уровни заболевания туберкулезом.

С качеством окружающей среды, особенно с ее технобиогехимией, или просто с химией среды, связаны не только многие эндемические болезни, но и наследственность человека, его устойчивость к векторным (передаваемым переносчиками) заболеваниям. Недостаток или, наоборот, избыток в среде таких элементов, как

кальций, магний, фосфор, железо, никель, кобальт, медь, цинк, стронций, молибден, йод, фтор и некоторых других, вызывает специфические реакции организма: химическую изменчивость его состава, процессов обмена веществ, морфологические изменения, уродства, изменения воспроизводства и т. д. (Ковальский, 1976).

Существенное влияние на здоровье человека оказывают климатические условия как компонент экосферы и прежде всего — изменение климатических факторов в связи с временной или постоянной сменой места жительства.

В процессе своей жизни человек адаптируется к определенному типу климата и его сезонному циклу, причем в некоторых случаях в связи с адаптацией появляются даже определенные морфологические (отношение между весом тела и его поверхностью у эскимосов составляет 2,8, а у кочевников жарких пустынь — 4,0) или физиологические (отсутствие горной болезни у альпинистов, устойчивость к гипоксии и способность к физическим перегрузкам у жителей высокогорий Анд) особенности людей, в частности проявляющиеся в различиях между различными этническими группами и расами.

Человек обладает способностью к акклиматизации, которая может, однако, быть понижена в связи с какими-либо физиологическими нарушениями, приобретенными в родном климате и независимо от него. Человек спокойно переносит незначительные флуктуации климата, но экстремальные отклонения в давлении, температуре, влажности могут вызвать болезненные явления даже у адаптированных людей либо могут ухудшить состояние уже страдающих какой-то болезнью людей, особенно в пожилом возрасте, когда все защитные механизмы тела существенно ослаблены.

Говоря о воздействии климата на здоровье людей, всегда приходится иметь в виду как прямое влияние климатических факторов на человеческий организм, так и опосредствованное, например через создание благоприятных или, наоборот, неблагоприятных условий для развития каких-то паразитов (специфические векторные заболевания тропиков и субтропиков, здоровая среда пустынь). С климатическими особенностями той или иной местности связано и загрязнение среды (воздуха, воды, почвы, жилья, пищевых продуктов), которые

могут усугубить связанную с загрязнителями опасность для здоровья людей или, наоборот ослабить ее: в пустынях не выпадают радиоактивные осадки или «кислые» дожди, но зато случайно выпавшие радионуклиды не будут вымываться из почвы.

Имеется прямая связь между климатическими факторами и такими заболеваниями как ревматизм, респираторные болезни, рак кожи, злокачественная меланома, сердечно-сосудистые расстройства, психические расстройства (некоторые специфические ветры). Особенно большую роль играют климатические факторы в своих экстремальных проявлениях.

К повышенной температуре среды человек может адаптироваться, но в тех случаях, когда тепловое воздействие приводит к слишком высокому физиологическому стрессу, возникают острые или хронические расстройства: 1) являющиеся результатом чрезмерной нагрузки на систему терморегуляции (неустойчивость кровообращения, тепловой обморок, нарушения водного и электролитного баланса, тепловой отек, обезвоживание, солевое истощение, тепловые судороги); 2) являющиеся результатом расстройства системы терморегуляции (тепловой удар, перегрев организма) (Leithead, Lind, 1964). Точно так же и чрезмерное понижение температуры среды приводит либо к чрезмерной нагрузке на систему терморегуляции (обмороживания, эритроцианоз), либо к ее расстройству (гипотермия). С сезонным понижением температуры связан рост смертности и респираторных заболеваний.

Особую роль в здоровье людей имеют климатические факторы, связанные с изменением высоты местности, в частности крайне низкое барометрическое давление на больших высотах в горах. Результатом воздействия высокогорного климата могут быть отек легких, легочная гипертензия, хроническая горная болезнь (болезнь Монге). В высокогорьях редки болезни сердца, широко распространенные на низких высотах (ишемическая болезнь); редка здесь и артериальная гипертензия.

Неблагоприятные воздействия климатической среды человек частично компенсирует соответствующей организацией своего жилья и одеждой. Адекватность такой компенсации непосредственно определяется социально-экономическими факторами: смерть бездомных бедняков на улицах городов Индии в холодные зимние ночи

или немущих стариков в Лондоне в зимние холода. По данным Национального центра США по контролю загрязнений атмосферного воздуха (1967), смертность в Нью-Йорке, Лос-Анджелесе и Цинциннати в зимние холодные месяцы возрастает весьма существенно по сравнению с теплыми летними месяцами.

Биогеохимические провинции

Поскольку в пищевой цепи человека, через которую он получает главную массу элементов для построения своего тела и жизнедеятельности, участвуют практически все геосферы Земли, а непосредственное питание происходит путем потребления биологической продукции растений и животных и питьевой воды, то, естественно, качество этой продукции и воды, определяемое структурой экосферы, непосредственно связано с техно-биогеохимией среды. Рассматривая химические особенности питания человека в том или ином регионе, приходится особое внимание обращать на химический состав биологической продукции в целом. Такое рассмотрение привело к созданию учения о биогеохимических провинциях (Виноградов, 1938), под которыми понимаются территории, характеризующиеся специфическими, отличными от фоновых условиями миграции или концентрации тех или иных химических элементов в среде (горных породах, почвах, водах, растениях, животных), приводящими к эпидемиям или нарушениям физиолого-биохимических процессов человека. В дальнейшем это учение переросло в геохимическую экологию (Ковальский, 1974).

Формирование биогеохимических регионов и провинций на земной поверхности, включая техногенные геохимические аномалии, связано с общей циркуляцией веществ в большом геологическом круговороте и в значительной степени определяется наличием тех или иных геохимических барьеров, которые способствуют, с одной стороны, концентрации одних элементов по отношению к другим, а с другой — рассеиванию каких-то элементов вследствие отсутствия их закрепления.

В принципе каждый пространственный элемент экосферы имеет свои особенности химического состава. Од-

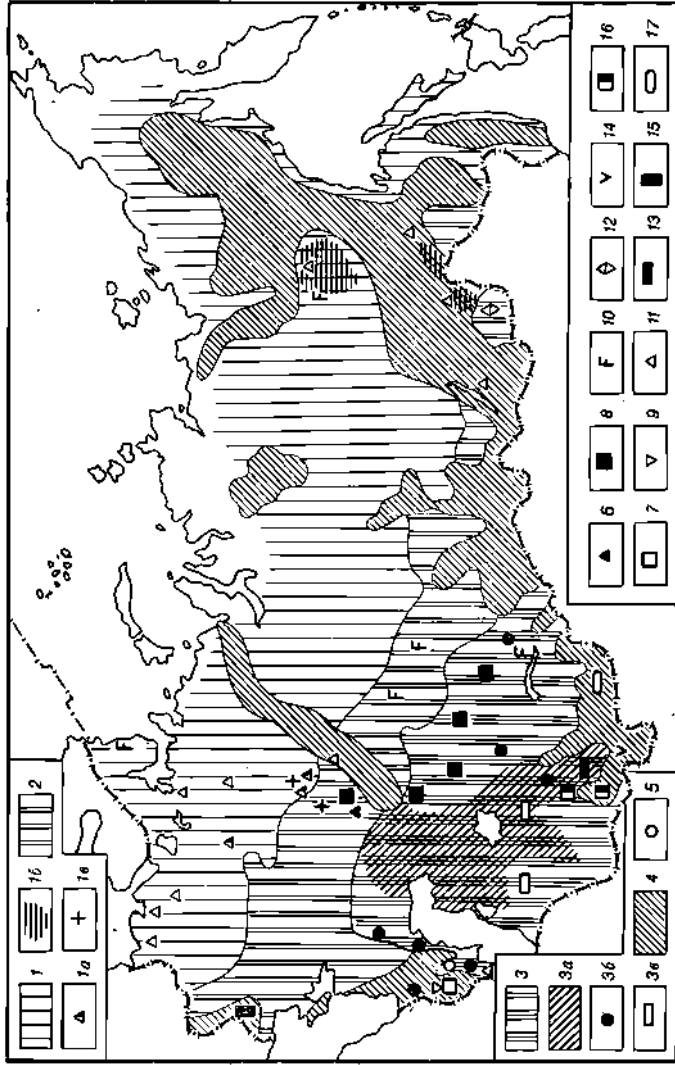


Рис. 14. Биогеохимические регионы, субрегионы и провинции на территории СССР (Ковальский, Андрианова, 1970; Ковальский, 1976; условные обозначения см. в тексте)

нако в процессе эволюции земной поверхности выработался некий природный геохимический фон, к которому адаптировалась биосфера также в процессе своей эволюции, в соответствии со всем комплексом природной геосистемы. Этот фон будет различным в разных природных регионах, в частности в разных ландшафтно-географических поясах и зонах Земли. Нарушения фоновых концентраций (избыток или недостаток того или иного элемента в среде) создают те или иные биогеохимические провинции и техногенные аномалии.

В. В. Ковальским и его сотрудниками разработана детальная схема биогеохимического районирования территории СССР, в основу которой положена биогеохимическая экология (Ковальский, Андрианова, 1970; Ковальский, 1974, 1976) и которая заслуживает рассмотрения как с фактологической стороны, так и с методологических позиций, имея в виду качество окружающей среды человека. На территории Советского Союза выделяются следующие биогеохимические регионы, субрегионы и провинции (рис. 14) (в скобках после названия региона или провинции поставлен индекс условного обозначения на карте).

А. Биогеохимические зоны и зональные провинции, в которых комбинируются признаки региона по концентрации химических элементов, их соотношениям и биологическим реакциям.

Таежно-лесной нечерноземный регион (1): биологические реакции организмов определяются недостатком кальция, фосфора, калия, кобальта, меди, йода, бора, молибдена, цинка, достатком, в некоторых случаях — избытком марганца, относительно повышенным содержанием стронция, особенно в поймах рек.

Со-недостаток — снижение содержания Со в тканях; снижение витамина В₁₂ в печени, в мышцах, в молоке; ослабление синтеза витамина В₁₂, белков, нуклеопротеидов; понижение основного обмена. У животных понижены мясная и шерстная продуктивность, воспроизводство. Ослаблены иммунобиологические свойства. Акобальтозы, гипо- и авитаминозы В₁₂. Болеют овцы, реже — крупный рогатый скот, редко — лошади и свиньи.

Со+J-недостаток (1а) — нарушение обмена йода и синтеза тироксина усиливается недостатком кобальта; эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб, чаще у овец и человека.

Sr-избыток (1б) — нарушение обмена кальция, фосфора, серы в эпифизарном хряще; нарушен рост и формирование костной ткани; уривская болезнь животных и человека.

Cu-недостаток — снижение содержания меди в крови втрое, а в печени — в 30—40 раз; повышение содержания железа в печени в десятки раз; ослаблен синтез окислительных ферментов; анемии у овец, крупного рогатого скота, реже у других животных.

Cu+Co-недостаток — ослабление синтеза витамина В₁₂ и окис-

лительных ферментов; анокальтозы гипо- и авитаминозы В₁₂, осложненные недостатком меди; болеют овцы и крупный рогатый скот, реже другие животные.

J-недостаток — нарушение обмена йода и синтеза йодированных аминокислот и тироксина щитовидной железой; уменьшение синтеза белков; снижение воспроизводства; наблюдается у человека и всех видов животных.

J-недостаток, Мп-избыток (1в) — нарушение обмена йода усиливается избытком марганца; эндемическое увеличение щитовидной железы и эндемический зоб.

Са+Р-недостаток — нарушение обмена кальция и фосфора, в частности в костной ткани; истощение; заболевания костно-суставной системы у рогатого скота, овец, лошадей.

Лесостепной, степной черноземный регион (2): биологические реакции определяются достатком, реже избытком кальция, достатком кобальта, меди, йода, иногда недостатком калия, марганца, часто недостатком фосфора; содержание химических элементов и их соотношение близко к оптимальному; эндемическое увеличение щитовидной железы и зоб встречаются только на серых лесных почвах и в поймах рек в связи с недостатком йода.

Сухостепной, полупустынный, пустынный регион (3): биологические реакции определяются повышенным содержанием натрия, кальция, хлора, серы, часто бора, иногда молибдена, недостатком меди, йода, марганца, в некоторых случаях — избытком нитратов.

В-избыток (3а) — нарушается борыделительная функция почек, понижается активность амилазы и, частично, протеаз пищеварительного тракта (человек, овцы); эндемичные борные энтериты, иногда сопровождаемые пневмониями; болеют человек, овцы, верблюды.

Си-недостаток, SO₄ и Мо-избыток (3б) — в центральной нервной системе понижено содержание меди, ослаблена функция окислительных ферментов, усилена — каталазы; полушария головного мозга иногда недоразвиты; наблюдается демиелинизация центральной нервной системы, нарушена координация движений, судороги, параличи; эндемическая атаксия и параплегия.

NaNO₃-избыток (3в) — эндемическая метабемоглобинемия.

Горные регионы (4): биологические реакции разнообразны и определяются изменчивой концентрацией и соотношением многих химических элементов; распространены провинции с недостатком йода, кобальта и других элементов; имеют место химическая и морфологическая изменчивость организмов, разнообразные эндемические болезни: увеличение щитовидной железы, зоб, гипо- и авитаминозы В₁₂ и др.

Б. Субрегионы и провинции, признаки которых не соответствуют характеристике региона.

Со-избыток (5) — усиление синтеза витамина В₁₂.

Си-избыток (6) — избыточное содержание меди во всех органах; прогрессирующее истощение; эндемическая анемия, гепатиты, иногда цирроз печени; болеют овцы и другие животные; у человека эндемическая нормохромная и гипохромная анемия, возможны гепатиты.

Мо-избыток (7) — увеличение содержания молибдена в тканях, повышенный синтез ксантиноксидазы; уровень мочевой кислоты повышается в 2—4 раза; эндемическое нарушение пуринового обмена у овец и крупного рогатого скота; эндемическая «молибденовая» подагра у человека.

Ni-избыток (8) — увеличение содержания никеля в тканях, особенно эпидермальных; значительное отложение никеля в роговице глаз; атипичное течение кожных заболеваний, остеодистрофия крупного рогатого скота.

Pb-избыток (9) — организм животных и человека обогащен свинцом; у людей эндемические заболевания: цефалгии, миалгии, ишиалгии и др.

F-избыток (10) — дистрофия эмали зубов; нарушение окостенения, деформация костей, сужение полости костномозгового канала; флюороз, пятнистость эмали зубов.

F-недостаток — в разных регионах — в эмали и дентине зубов снижается содержание фтора; эндемический кариес зубов.

Mn-недостаток — в различных регионах — уменьшается содержание марганца в костях; ослабляется активность фосфатаз, фосфориллазы, изолимонной дегидрогеназы; перозис у птиц.

Se-недостаток (11) — уменьшается активность глутотион-пероксидазы; беломышечная болезнь.

Se-избыток (12) — деформация копыт, потеря шерстяного покрова, гипохромная анемия; селеновый токсикоз овец, крупного рогатого скота и других животных.

Zn-недостаток (13) — понижение содержания цинка в крови, в шерсти; понижена активность ряда цинксодержащих ферментов; эндемический паракератоз.

Li-избыток (14) — возможны морфологические изменения и патология растений.

J—Mn-недостаток (15) — эндемический зоб животных и человека.

Sc—Ca-избыток (16) — нарушен минеральный обмен костной ткани; повышено содержание стронция в костях, повышена активность фосфатаз эпифизарного хряща, нарушен обмен лимонной кислоты; при некоторых формах рахита витамин D не проявляет активности; эндемии ломкости костей у животных, осложненный рахит у человека; хондродистрофии.

U-избыток (17) — изменчивость растений; концентрация урана в тканях.

Ni—Sr-избыток, Co—Mn-недостаток — нарушение минерального обмена костной ткани; эндемическая дистрофия костной ткани животных.

Cu:Mo:Pb-нарушение — эндемические заболевания желудочно-кишечного тракта молодняка крупного рогатого скота.

Cu-обмен нарушен — в результате отравления пирролизидиновыми алкалоидами пастбищных растений у животных нарушается обмен меди и повышается ее содержание в печени, повышается активность трансаминаз; эндемическая иктерогемоглобинурия.

Знание геохимических особенностей того или иного региона провинции позволяет регулировать химический состав всей пищевой цепи.

В случае недостатка того или иного элемента в среде вопрос решается относительно просто путем применения соответствующих удобрений на полях и пастбищах или солевых добавок к корму животных.

Сложнее исправить пищевые рационы растений, жи-

вотных и человека в случае избытка какого-то элемента, что можно сделать либо путем его инактивации, либо путем достижения необходимого соотношения с другими элементами комплексом биохимических воздействий, что в любом случае и сложно и дорого.

Важно иметь в виду и то обстоятельство, что недостаток или избыток какого-то элемента в среде сам по себе еще не определяет всей сложности эколого-геохимической обстановки. Прямой зависимости между содержанием элемента в среде (пище) и распространением вызываемой его недостатком (избытком) болезни нет. Это хорошо показано на примере йода, который непосредственно участвует в синтезе гормонов щитовидной железой; однако на активность йода и его обмен в биохимических реакциях организма существенно влияет недостаток или избыток других элементов, в частности меди, марганца, кобальта. Всякое питание организмов должно быть сбалансировано по набору и соотношению химических элементов, на что, кстати, направлена избирательная способность питания растений и к чему приспособились в процессе эволюции животные и человек; нарушение сбалансированности ведет к патологическим последствиям.

Нарушение физиолого-биохимических функций орга-

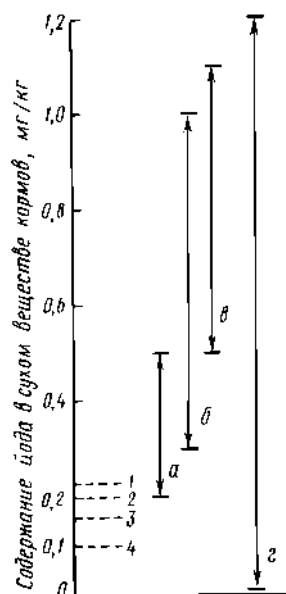


Рис. 15. Нижние и верхние пороговые концентрации йода в корме, в пределах которых животные могут регулировать свой йодный обмен без нарушения физиолого-биохимических функций (составлено по данным В. В. Ковальского, 1976):

а — млекопитающие (по данным для СССР); *б* — птицы (по данным для СССР); *в* — птицы (по данным для США); *г* — максимальный диапазон для различных организмов (по данным для СССР).

Среднее содержание йода в сене пастбищных растений: 1 — сухостепной, полупустынной и пустынной зон, 2 — черноземной зоны, 3 — пойменных лугов разных зон, 4 — таежно-лесной нечерноземной зоны

низма происходит при концентрациях соответствующего элемента, выходящих за нижний или верхний пределы того узкого адаптационного диапазона, в рамках которого организм способен нормально регулировать свои функции. Этот диапазон определяется нижней и верхней пороговой концентрацией, устанавливаемой экспериментально для каждого биологического вида. В соответствии с пороговыми концентрациями в идеале должны строиться пищевые рационы организмов, включая человека, однако реальные рационы во многих случаях, к сожалению, далеки от этого (рис. 15).

Локальные нарушения баланса элементов в среде часто вызываются техногенными процессами, приводящими к формированию локальных аномалий, особенно вокруг крупных горнорудных, металлургических, целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, химических предприятий (рис. 16).

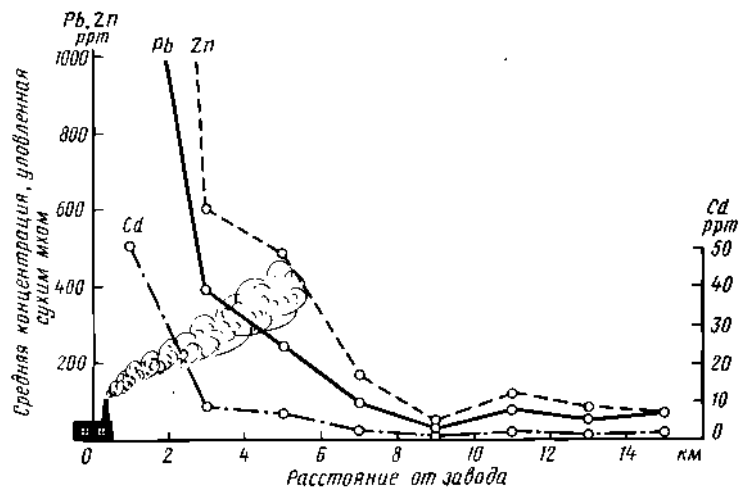


Рис. 16. Распространение тяжелых металлов в воздушной среде вокруг металлургического завода (Cameron, Nickless, 1977)

Техногенные аномалии особенно опасны в зонах концентрации промышленности. Так, в Японии отравление людей ртутью и кадмием через питьевую воду и продукты питания, полученные в зонах влияния промыш-

ленных стоков, приобрело массовый характер в 50—60-х гг., причем распространение болезни «итай-итай» четко было связано с концентрацией кадмия в почве рисовых полей.

Однако биогеохимические особенности территории, определяющие условия жизни и состояние здоровья людей и домашних животных, характеризуются не только недостатком или избытком того или иного элемента в среде, но и общей минерализацией поверхностных вод, прежде всего используемых для питья. В этом отноше-

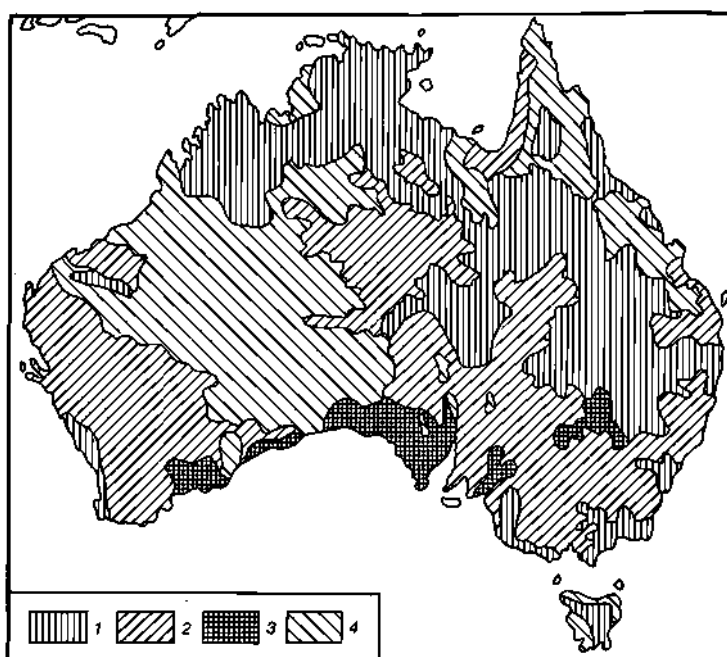


Рис. 17. Минерализация поверхностных вод в Австралии: 1 — $< 3 \text{ г/л}$, пригодна для орошения и всех животных; 2 — $3\text{--}14 \text{ г/л}$, не пригодна для орошения, пригодна для овец; 3 — $> 14 \text{ г/л}$, не пригодна ни для орошения, ни для животных; 4 — необследованные территории

нии характерный пример представляет Австралийский континент, где в ряде районов ни жизнь человека, ни разведение домашних животных невозможны без искус-

ственного опреснения воды или ее переброски из других районов (рис. 17). Впрочем, и в других районах Австралии положение не лучше: пресной (с минерализацией < 1 г/л) воды на основной части континента почти нет; оставшаяся необследованной территория — это в основном пустыня, где также пресную воду ожидать трудно.

Выделяются биогеохимические провинции и по другим параметрам. Весьма показательны в этом отношении районы витаминной недостаточности, приуроченные к гумидным субтропическим, тропическим и экваториальной зонам, характеризующимся одновременно общим обеднением биофильными элементами минерального питания. В разных районах этих зон ощущается недостаток в растительной пище разных витаминов в связи с их региональными особенностями, но в целом влажные тропики и субтропики — это биогеохимически единая территория недостаточного витаминного питания, недостатка железа в пище и воде.

Векторные заболевания, связанные с природными особенностями окружающей среды

Многие заболевания человека связаны с экологическими особенностями той или иной географической среды, благоприятствующей распространению различных патогенных организмов и их переносчиков-векторов, что приводит к развитию эндемий (табл. 8).

Шистосомиазис — болезнь людей, преимущественно сельских жителей, в странах с жарким климатом, связанная с наличием водоемов со стоячей или слабопроточной водой (рисовые поля, озера, водохранилища). От этой изнурительной и смертельно опасной болезни в мире страдает, по подсчетам ВОЗ, не менее двухсот-трехсот миллионов человек, причем особенно поражаются дети и молодежь.

Причина заболевания была обнаружена еще в 1851 г., жизненный цикл вызывающего его паразита был вскрыт в 1915 г., а эффективные препараты найдены в 1918 г., но шистосомиазис до сих пор остается одной из немногих заразных болезней, которая расширяет свой ареал в тропиках и субтропиках, унося тысячи жизней.

Т а б л и ц а 8
 Некоторые важнейшие заболевания человека, передаваемые насекомыми и грызунами (ВОЗ, 1974)

Заболевание	Переносчик	Возбудитель	Распространение
Желтая лихорадка	комары	арбовирус В	тропики и субтропики Африки, Центральной и Южной Америки
Вирусные энцефалиты (восточный, западный, лошадиный, калифорнийский, японский и др.)	комары	арбовирусы	многие районы умеренного, субтропического и тропического климатов
Вирусные энцефалиты (русский, весенне-летний, двухфазный менингоэнцефалит и др.)	клещи	арбовирусы В	районы умеренного климата Евразии и Северная Америка
Лихорадка Денге	комары	арбовирус В	Юго-Восточная Азия, район Карибского моря, тропическая Южная Америка, юг и запад Тихого океана
Тиф	платяная вошь клещи-красно-телки	риккетсии риккетсии	холодные районы Азии, Африки, Центральной Америки, Балканы
Лихорадка Сыпной тиф Чума	иксодовые клещи крысиные блохи блохи грызунов	риккетсии риккетсии бактерия <i>Pasteurella pestis</i>	восточное Средиземноморье, Юго-Восточная Азия всемирное всемирное эндемична в ряде районов

Заблевание	Переосак	Возбудитель	Распространение
Возвратный тиф	вши	спирохета — <i>Borrelia recurrens</i>	Эфиопия, Южная Америка, Ближний Восток, Европа, Азия
Лептоспироз	клетки	спирохета — <i>Borrelia recurrens</i>	Африка, Северная и Южная Америка, Средний Восток, Индия, Исландия, Азия
Лихорадка	грызуны	ряд серотипов <i>Leptospira</i>	всемирное
Малярия	домовая крыса	микробы <i>Streptobacillus manii-foami</i> , <i>Spirillum minus</i>	всемирное
Лейшманиоз	комары	простейшие рода <i>Plasmodium</i>	всемирное, особенно в тропиках и субтропиках
	москиты	простейшие рода <i>Leishmania</i>	Ближний Восток, Индия, Китай, Южная Европа, Северная и Экваториальная Африка, Южная и Центральная Америка, Центральная Азия
Болезнь Шагаса	клоп	<i>Trypanosoma cruzi</i>	Центральная и Южная Америка
Африканский трипаномоз	муха цеце	<i>Trypanosoma gambiense</i> , <i>T. rhodesiense</i> (сонная болезнь); <i>T. brucei</i> , <i>T. congolense</i> , <i>T. simiae</i> , <i>T. vivax</i> (трипаномоз животных)	Влажно-тропические районы Африки
Онхоцеркоз	мошки	гельминт <i>Onchocerca volvulus</i>	тропическая Африка, Центральная и Южная Америка
Филляриатоз	комары	гельминты <i>Wuchereria bancrofti</i> , <i>Brugia malayi</i>	Юго-Восточная Азия, Африка, Индия, Южная Америка, юг и запад Тихого океана
Лооз	слепни	гельминт лоо-лоо	экваториальные леса Африки

Болезнь вызывается дигенетическими трематодами рода *Schistosoma* (*S. haematobium*, *S. mansoni*, *S. japonicum*), которые, проникая в тело человека, разрушают легкие и печень, давая со временем гранулому и фиброзис. Взрослая шистосома живет в венозных каналах, а яйца, выделяясь с мочой, попадают в воду и дают начало свободно плавающим личинкам, которые проникают в улиток, относящихся к семействам Planorbidae и Hydrobiidae. Улитка служит лишь промежуточным хозяином, в теле которого личинки проходят цикл превращений, после чего особи червя опять выходят в воду, проникая из нее через кожу в человека по схеме: вода — человек — вода — улитка — вода — человек. Распространение паразита полностью определяется географией подходящих улиток, имеющих, однако, весьма широкий экологический ареал и переносящих длительное сезонное иссушение водоема, когда они зарываются в ил. Заражение людей больше во влажный период, чем в сухой; больше, когда много людей использует небольшой водоем; больше днем, чем утром и вечером.

Рост распространения болезни в мире экологи связывают с расширением рисосеяния и ирригационного строительства в последние десятилетия, не сопровождавшимся адекватными санитарно-гигиеническими мерами. В Египте заражение резко усилилось после строительства постоянно действующих оросительных систем, круглый год несущих воду на поля, т. е. за последние 10—15 лет.

Филяриатоз имеет много разных форм, вызываемых около 600 видами филяриальных паразитов, из которых 6 видов особенно опасны для человека. Это нематоды длиной в несколько сантиметров, живущие в соединительных тканях, где проходят первую из четырех стадий своего цикла развития. Разносятся они кровососущими насекомыми на второй стадии развития. Они не имеют свободноживущих форм и живут либо в человеке, либо в насекомом. Считается, что в мире поражено разными формами филяриатоза более 250 млн. человек.

Лоа-лоа распространена у людей и обезьян в дождевых лесах Гвинейской зоны Западной и Центральной Африки. Паразит живет в теле человека до 40 лет, давая фугитивные чешущиеся опухоли, особенно при мелких травмах. Переносчиком служат мухи *Chrysops silacia* и *C. dimidiata*. Размножаются мухи в тропиче-

ских болотах. Болото и лес — два важных фактора, способствующих распространению болезни. Осушение болот и расчистка лесов способствуют снижению заболеваемости.

Сонная болезнь (трипаномоз) связана с проникновением в тело человека и домашних животных (болезнь нагана) трипаносом, переносимых мухой цеце (*Glossina*), география которых связана с жарким и влажным климатом тропических вечнозеленых лесов Африки (рис. 29).

Филяриатоз Банкрофта также распространен во влажных тропиках и вызывает опухание конечностей и половых органов, известное как элевантиазис, или слоновая болезнь. Он вызывается несколькими паразитами, особенно *Wuchereria bancrofti*, переносимыми москитами, которые размножаются в стоячей загрязненной воде (*Culex fatigans*, *Anopheles* spp., *Aedes* spp.). Паразиты живут в лимфатических железах человека, вызывая лихорадки, астму, аллегрию, эозинофилию, мочегонение, деформации тела. Болезнь особенно распространилась после второй мировой войны в связи с усилением концентрации людей в городах без должной санитарии и гигиены, особенно в Бирме, Индии, Шри Ланке (Колombo, Рангун). Установлена тесная связь распространения болезни с производством копры, поскольку москиты-переносчики размножаются в шелухе кокосовых орехов, где скапливается вода, и в ямках для мочки копры. Эта болезнь, как и шистосомиазис, катастрофически прогрессирует в мире в связи с ухудшением санитарного положения в городах тропического пояса.

Онхоцеркоз, или речная слепота, распространен в тропиках Африки, в Йемене, в Центральной Америке, на севере Южной Америки. Болезнь вызывается паразитом *Onchocerca volvulus*, переносимым буйволиной мухой *Simulium* sp., размножающейся в быстрых потоках с хорошо окисленной водой. Люди близ рек поражаются очень быстро и постепенно слепнут. Попытки уничтожения слепней с помощью ДДТ ни к чему не привели, поскольку их популяция быстро восстанавливается за счет широкого экологического ареала (от тропиков до тундры). После создания крупных водохранилищ в Африке на р. Вольте болезнь распространилась в семи странах региона и поразила более 100 тысяч жителей. Есть опасения, что болезнь захватит и другие районы Африки.

Холера вызывается микроорганизмом *Vibrio cholerae*, размножающимся с исключительной энергией: при бытии одного зараженного человека в свободный район достаточно для эпидемии в целой стране. В былые времена от холеры умирало 50% больных, сейчас смертность в связи с применением медикаментов составляет не более 2%. Источник холеры — Южная Азия (долины Ганга и Брахмапутры). Иногда она вырывается из этого очага и распространяется по всему миру: шесть пандемий было в XIX в. и две в XX в. В 1947 г. в Египте от холеры погибло около 20 000 человек. О причинах пандемий холеры пока ничего не известно, хотя были попытки связать их с солнечными пятнами. Согласно Хоу (Howe, 1977), главными факторами среды для распространения холеры являются: 1) вода, 2) скорость течения рек, 3) качество воды — кислая вода губительна для холеры, а щелочная благоприятна, 4) гидрологические условия (пустыни и горы свободны от холеры), 5) влияние сезонности (тепло и влага благоприятны), 6) массовые миграции людей (особенно посредством авиации), 7) санитарные условия. Холерный вибрион особенно интенсивно размножается при высокой температуре в прудах и озерах низменностей, богатых органикой и солями, имеющих щелочную реакцию.

В связи с развитием здравоохранения в последние десятилетия заболевания обычной холерой резко сократились, даже в долине Ганга. Но в 1961 г. началось распространение из Индонезии холеры Эль Тор, причем эпидемия охватила многие страны. В 1970 г. вспышки холеры отмечались в странах Средиземноморья, а в 1971 г. — в девяти странах Африки и в шести Европы.

Бубонная чума вызывается бациллой *Pasteurella pestis*, передаваемой человеку через блох *Xenopsylla cheopis*, которые кусают зараженных бациллой грызунов, особенно распространенных в засушливых районах.

Малярия вызывается одноклеточным организмом *Plasmodium*, который переносится женскими особями москита *Anopheles*. При заражении кровь и ткани больного переполняются клетками паразита. Кроме пустынь *Anopheles* встречается практически везде. Соответственно малярия — это, с одной стороны, мировая, а с другой — локальная болезнь. Обычно самки москита летают на 1—2 км от водоема, где происходит размножение, но иногда и на 10 км. В распространении малярии

много разнообразных особых случаев: сезонность, влажные годы на периферии жарких пустынь, сухие годы в районах влажного и жаркого климата и т. д. Заражение и заболевание происходит в цикле: анофелес — плазмодиум — человек — плазмодиум — анофелес. Три десятилетия назад (в 1956 г.). Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) предприняла гигантскую по своим всемирным масштабам попытку в кооперации со всеми странами мира уничтожить малярию, особенно с помощью массового применения ДДТ и других инсектицидов. Казалось, что болезнь отступила, но она вернулась и распространилась с новой силой: и москит-переносчик и плазмодий приспособились к новой среде обитания.

Желтая лихорадка вызывается вирусом, передаваемым москитом *Aedes aegypti*, эндемичным для тропической Западной Африки. Выплод комаров происходит в бытовых сосудах для хранения воды и различных контейнерах, разбросанных вокруг жилья. В результате систематической борьбы с этим переносчиком болезнь была ликвидирована во многих районах Центральной и Южной Америки, в Средиземноморском регионе, но еще сохраняется на островах Карибского моря. Этот же москит служит переносчиком и лихорадки Денге, в прошлом широко распространенной в Средиземноморском бассейне, а сейчас встречающейся в Карибском бассейне. В Юго-Восточной Азии распространена геморрагическая лихорадка Денге, иногда принимающая характер эпидемий, нередко с высокой смертностью. Она также связана с москитами, размножающимися в контейнерах, из которых не производится ежедневное полное изъятие воды.

Приведенные примеры векторных, или «экологических», заболеваний достаточны для общих методологических выводов, связанных с оздоровлением окружающей среды человека. Чтобы ликвидировать болезнь, необходимо ликвидировать ее переносчика; чтобы ликвидировать переносчика, необходимо создать неблагоприятные для его жизненного цикла условия. Однако на практике это достигается с большим трудом. В 50-х годах никто не ждал, что бурный рост гидротехнического и ирригационного строительства, столь необходимый для ликвидации голода, приведет к катастрофическому распространению шистосомиазиса и речной

слепоты в тропиках. Надо надеяться, что полученный человечеством урок не будет забыт.

Заболевания, связанные с загрязнением окружающей среды

Заболевания человека, связанные с загрязнением окружающей среды, непосредственно инициируются через физические системы поддержания жизни: воздух, воду, пищу, укрытие. Поскольку качество воды и пищи в значительной мере определяется почвой, то к перечисленным четырем системам добавляется пятая — почва.

Выше мы уже приводили отдельные примеры влияния загрязненной среды на здоровье человека. Рассмотрим эти вопросы систематически в отношении каждой из физических систем поддержания жизни.

Загрязнение воздуха

Загрязнение воздуха — это результат выброса в атмосферу чужеродных для нее газов, паров, капель и частиц, а также присутствие в нем чрезмерно больших количеств обычных компонентов, например углекислого газа, пыльцы растений, твердых частиц и т. п. Загрязнение обусловлено сжиганием топлива (на энергетических установках, в коммунальных отопительных устройствах, в автомобильных и иных двигателях, в паровых или дизельных локомотивах), работой промышленных предприятий, хозяйственно-бытовой деятельностью населения, курением.

Особое внимание к проблеме загрязнения воздуха привлекли три драматических случая (Heimapp, 1961).

В 1930 г. в долине р. Маас в Бельгии в первую неделю декабря тяжелый туман и полная неподвижность воздуха привели к накоплению в приземной атмосфере выбросов близ расположенных предприятий: более 60 человек умерли, что в 10 раз превысило смертность, обычную здесь для этого периода; у многих людей были поражены дыхательные пути.

В 1948 г. аналогичная ситуация наблюдалась в г. Донора, (штат Пенсильвания, США), где почти половина населения города (12 000 человек) пострадала от поражения дыхательных путей, а смертность резко превысила статистическую норму (такой же случай

имел здесь место и в 1945 г., но он не привлек тогда внимания).

В декабре 1952 г. плотный холодный туман держался над Лондоном в течение четырех дней: избыточная смертность преимущественно от бронхита составила 3500—4000 человек, полностью коррелируя с повышением в воздухе дыма и двуокиси серы.

После этого были зарегистрированы многие другие случаи практически во всех промышленно развитых странах мира. Особую известность приобрели ядовитые смоги Сан-Франциско, Лос-Анджелеса, Лондона, Токио. Однако об общем загрязнении атмосферы мы скажем ниже поскольку сейчас нас интересует лишь влияние загрязнений на состояние здоровья человека.

Чувствительность людей к воздействию загрязнения воздуха зависит от пола, возраста, общего состояния организма, питания, предшествовавших заболеваний, других воздействий. Лица пожилого возраста, дети, курящие, больные, страдающие хроническим бронхитом и коронарной недостаточностью, астмой, поражаются загрязнителями воздуха в большей степени.

Особенно часто в промышленных центрах атмосферный воздух загрязняется двуокисью серы и дымом. Специальные исследования в Великобритании показали, что резкое увеличение концентрации SO_2 , превышающее 175 мкг/м^3 ($0,25 \text{ ppm}$), и для дыма 750 мкг/м^3 , сопровождается незначительным повышением статистического показателя ежедневной смертности; более заметно этот показатель увеличивается при росте концентрации SO_2 в воздухе выше 1000 мкг/м^3 ($0,35 \text{ ppm}$) при одновременном росте концентрации дыма до 1200 мкг/м^3 . Если уровень концентрации SO_2 превышал 1500 мкг/м^3 ($0,5 \text{ ppm}$), а концентрация дыма 2000 мкг/м^3 , смертность возрастала более чем на 20%. Одновременно отмечается резкий рост числа случаев болезней органов дыхания.

Хотя, как отмечает ВОЗ (1974), случаи острого воздействия атмосферных загрязнителей, приводящие к смертельному исходу, единичны, связанные с ними заболевания распространены очень широко, особенно в промышленных центрах. В городских районах заболеваемость бронхитом вдвое выше, чем в сельских; заболеваемость хроническим бронхитом курящих много выше, чем некурящих людей.

В последнее время уделяется большое внимание вопросу о возможной роли загрязнения атмосферного воздуха в возникновении рака легких. В пользу этого свидетельствует широкое распространение этой болезни в городах и малое в сельской местности, а также присутствие в загрязненном воздухе веществ типа бензапирена, который вызывает рак в экспериментальных условиях.

Однако, хотя более высокий уровень заболевания раком легких в городах — факт установленный, прямой связи загрязнения воздуха с возникновением болезни пока не выявлено. В то же время есть данные о повышении смертности от рака желудка среди курящих людей.

Существенную опасность для здоровья людей представляет загрязнение атмосферного воздуха двигателями внутреннего сгорания, прежде всего автотранспорта в городах, которые выбрасывают в воздух огромные количества окиси углерода, окислов азота, ряда углеводородов, свинца. Локальные концентрации этих веществ, особенно в городских центрах, могут значительно превышать порог токсичности. Окись углерода связывает гемоглобин крови, что препятствует переносу кислорода к жизненным центрам организма, а фотохимические реакции в выхлопных газах приводят к загрязнению воздуха фотохимическими окислителями, многие из которых канцерогенны.

Если SO_2 , CO_2 , CO , свинец, дым, фотохимические окислители являются универсальными патогенными загрязнителями атмосферы промышленных районов и городов, то много имеется загрязнителей локального значения, в том числе токсические металлы (Pb, Hg, Cd, Be, Mn, As). Были зарегистрированы случаи острого и хронического отравления бериллием в районах, прилегающих к источникам его выбросов в атмосферу. Бериллий наряду с ртутью и асбестом считается опасным для здоровья загрязнителем атмосферного воздуха. С повышенным содержанием марганца в воздухе связывается усиление заболеваемости пневмонией, ухудшение здоровья детей. В районах размещения предприятий по очистке нефти, производству целлюлозы, бумаги, содержащих серу красителей, кожевенному производству в воздух выбрасывается большое количество меркаптанов (общая формула $R-SH$) и сероводорода, обла-

дающих резко выраженным токсическим действием. В результате аварии газоочистной установки на заводе в Поса-Рике в Мексике в 1950 г. в атмосферу в течение 20 мин было выброшено много сероводорода; последствием катастрофы явилась смерть 22 человек и госпитализация 320 человек, проживавших в районе завода, на котором произошла катастрофа (Heimann, 1961).

При локальном загрязнении атмосферного воздуха фторидами отмечены случаи крапчатости зубной эмали, развития флюороза у детей. Загрязнение воздуха хлором в результате аварий, как правило при перевозках, не раз приводило к массовому отравлению людей и повреждению растительности. Потенциальной токсичностью обладает и хлористый водород.

С загрязнением воздуха биогенными веществами связаны различные аллергии у лиц с повышенной чувствительностью (к плесени, пыли, красителям, волокнам, цветочной пыльце). Риниты и астма аэроаллергенного происхождения наиболее широко распространены в странах Северной Америки и Западной Европы. В Мали и Буркина-Фасо обнаружена четкая связь бактериального загрязнения воздуха с эпидемиями цереброспинального менингита. Известны случаи эпидемий лихорадки, гистоплазмоза, сибирской язвы, кокцидиодомикоза, связанные с загрязнением воздуха соответствующими патогенами.

В настоящее время стандарты качества атмосферного воздуха существенно варьируют в разных странах. Существуют стандартные пределы допустимых концентраций почти всех загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, за чем следят соответствующие правительственные органы. В качестве мировых временных стандартов Комитет экспертов ВОЗ по критериям и принципам оценки качества атмосферного воздуха в городах рекомендовал следующие допустимые уровни содержания главных загрязнителей (1973):

окислы серы — среднегодовая концентрация 60 мкг/м³; результат 98% определений ниже 200 мкг/м³;
взвешенные частицы — среднегодовая концентрация 40 мкг/м³; результат 98% определений ниже 129 мкг/м³;
окись углерода — средняя концентрация в течение 8 ч 10 мг/м³; максимальная концентрация в течение 1 ч 40 мг/м³;
фотохимические окислители — средняя концентрация в течение 8 ч 60 мкг/м³; максимальная концентрация в течение 1 ч 120 мкг/м³ (при определении с нейтральным буферным КЛ и выражении данных в пересчете на озон).

ВОЗ считает, что указанные концентрации главных загрязнителей городского воздуха будут абсолютно безопасными для населения.

Загрязнение воды

Согласно ВОЗ (1974), воду следует считать загрязненной, если в результате изменения ее состава или состояния она становится менее пригодной для любых видов водопользования, в то время как в природном состоянии она соответствовала предъявляемым требованиям. Это определение включает физические, химические и биологические свойства воды, а также наличие в ней посторонних жидких, газообразных, твердых и растворенных веществ.

Человек потребляет ежедневно довольно много воды: для удовлетворения жизненных потребностей — 5 л; на нужды личной гигиены и для бытовых потребностей — 40—50 л; сельский житель, занимающийся земледелием и животноводством — 100 л; для промышленных целей и поливного земледелия — 400—500 л на душу населения ежедневно. В этой связи опасность загрязнения воды рассматривается особенно остро и, прежде всего, с точки зрения здоровья человека.

Обычно загрязнение воды связано с регулярным сбросом в водоемы сточных вод (промышленных, бытовых, сельскохозяйственных), а также с поверхностным и дренажным стоком с сельскохозяйственных угодий. Могут иметь место и случайные или преднамеренные (заражение воды при военных действиях или диверсиях) загрязнения воды, часто с очень серьезными последствиями для здоровья людей. В последние десятилетия особенно усилился сток загрязнителей с полей в связи с ростом применения удобрений, пестицидов и строительством ирригационных сооружений, в то время как промышленные и коммунальные стоки все более и более очищаются.

Загрязнению, как правило, подвергаются поверхностные воды. Подземные воды обычно чистые, поскольку почва является превосходным биологическим и химическим фильтром. Особенно загрязняются прибрежные воды морей (сток с побережья, очистка и аварии кораблей, захоронение отходов, использование богатств морского дна), а также непроточные или слабопроточные водоемы.

Неблагоприятные последствия для здоровья человека могут иметь место не только при непосредственном использовании загрязненной воды для питья, приготовления пищи или в гигиенических целях, но и через длинные пищевые цепи типа вода—почва—растения—животные—человек или вода—планктон—рыбы—человек. Многие болезни человека вызываются водными или связанными в своем жизненном цикле с водой организмами-переносчиками. На здоровье людей отражаются все виды загрязнения воды: биологического, химического, радиоактивного (табл. 9).

Заражение воды патогенными организмами может быть результатом природных процессов в связи с теми или иными особенностями природного комплекса (см. предыдущий параграф), но может быть и результатом действия человека, особенно в связи со сбросом коммунальных или животноводческих отходов в водоем. Бактериальное загрязнение воды является непосредственной причиной таких серьезных эпидемических заболеваний, как холера, брюшной тиф, дизентерия, детская диарея и другие кишечные инфекции. С употреблением загрязненной вирусом воды связаны инфекционный гепатит, вся группа заболеваний, вызываемых паразитами (амебами, гельминтами, гвинейским червем).

При контакте человека с загрязненной водой (купание, стирка, работа, рыбная ловля, спорт) может иметь место проникновение через кожу различных паразитов, вызывающих тяжелые заболевания, особенно характерные для развивающихся стран тропиков и субтропиков: шистосомиазис (внедрение трематод шистосом), дерматит, или «чесотка пловцов» (внедрение циркарий некоторых шистосом), анкилостомидоз (внедрение нитевидных личинок круглого червя *Ancylostoma duodenale* или *Necator americanus*), стронгилоидоз (внедрение нематоды *Strongyloides stercoralis*). К бактериальным инфекциям, передаваемым путем контакта с водой, относится лептоспироз. В отношении паразитарных инфекций особенно опасны сельские водоемы многоцелевого назначения, а также загрязненные пляжи рек, озер и морей.

Химические загрязнители воды оказывают прежде всего непосредственное токсическое действие на человека при попадании в пищеварительный тракт. Кроме того, они могут нарушать водные экосистемы (уэтро-

Таблица 9

Неблагоприятные последствия для здоровья, связанные с потреблением загрязненной воды (составлено по данным ВОЗ, 1974)

Характер потребления воды	Загрязнители	Заболевания
Биологические		
С питьем и пищей	патогенные бактерии	холера, бактериальная дизентерия, брюшной тиф, паратифы, гастроэнтерит, детская дизентерия, лептоспироз, туляремия
	вирусы	инфекционный гепатит
	паразиты	амебная дизентерия, дракункулез, гельминтозы, описторхоз, эхинококкоз
Умывание, стирка, работа в воде	паразиты	шестосомиазис, дерматит, анкилостомитоз, стронгилоидоз
Проживание или нахождение близ водоемов	через насекомых-переносчиков	малярия, онхоцеркоз (речная слепота), желтая лихорадка, трипаносомоз (сонная болезнь), филяриатоз
Химические		
С питьем и пищей	нитраты	метагемоглобинемия
	соединения фтора	эндемический флюороз
	мышьяк	интоксикация, «болезнь черной стопы»
	селен	селеноз, интоксикация
	ртуть	минамата, интоксикация
	свинец	интоксикация
	кадмий	итай-итай, интоксикация
	слишком мягкая вода	атеросклероз, гипертония, дегенеративные поражения сердца
	хлорорганические соединения (ДДТ, алдрин, эндосульфан и др.)	интоксикация
	полициклические ароматические углеводороды (бензапирен и др.)	рак
	анионные детергенты	интоксикация тяжелыми металлами
Радиоактивные		
Все виды потребления	радиоизотопы (^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{232}Th , ^{238}U , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs)	радиоактивные поражения

фикация водоемов, например) и накапливаться в водных животных, употребляемых в пищу (соли тяжелых металлов, хлорорганические пестициды). Необходимо иметь в виду и комплекс протекающих в водной среде биохимических и химических реакций, связанных с различными превращениями загрязнителей, причем продукты этих превращений могут быть более токсичными, чем исходные загрязняющие вещества.

Среди химических загрязнителей воды особое место занимают нитраты по глобальным масштабам распространения этого загрязнения. Если обычная природная концентрация нитратов в поверхностных природных водах не превышает 5 мг/л, то отмечено очень много случаев существенного превышения этой величины. При исследовании вод 2000 скважин сельских районов штата Саскачеван в Канаде было найдено содержание нитратов более 20 мг/л в 25,5% случаев, более 50 мг/л в 18,8 и более 300 мг/л в 5,3% всех скважин (Robertson, Riddel, 1949). В Чехословакии средняя концентрация нитратов в воде, употреблявшейся заболевшими метагемоглобинемией, колебалась от 18 до 257 мг/л, а в 75% случаев превышала 100 мг/л (Schmidt, Knotek, 1970). Дети, особенно новорожденные, и молодежь восприимчивы к избытку нитратов в воде и пище (промышленное детское питание). Международный стандарт содержания нитратов в питьевой воде, установленный ВОЗ в 1971 г., — максимум 45 мг/л (Environmental Health Criteria 5, 1977).

Интоксикация человека солями тяжелых металлов, содержащимися в воде или в употребляемых в пищу животных, была отмечена во многих случаях. Эндемическая интоксикация мышьяком была описана в Латинской Америке при концентрации его в питьевой воде 0,6—0,8 мг/л и в западной части Тихого океана (0,24—0,96 мг/л). Некоторые морские моллюски и креветки накапливают до 50—100 мг и более мышьяка на 1 кг веса. Интересно отметить, что токсическое действие мышьяка, как кадмия и ртути, нейтрализуется селеном, хотя известен случай отравления селеном (селеноз) при употреблении воды с концентрацией селена 9 мг/л.

Наибольшую известность, как классический, приобрел случай ртутного отравления людей на побережье залива Минамата в Японии при концентрации ртути в воде 1—10 мг/л и в донном осадке 30—40 мг/кг. В ре-

зультате отравления метиловой ртутью более 200 человек умерло и многие сотни людей приобрели необратимые изменения мозга — «болезнь минамата». Отравление было связано с потреблением в пищу рыбы и моллюсков, выловленных в водах залива.

В ряде стран была отмечена достоверная обратная связь между жесткостью питьевой воды и смертностью от заболеваний сердечно-сосудистой системы: в районах с мягкой питьевой водой значительно чаще встречаются заболевания атеросклерозом, дегенеративные поражения сердца, гипертония (ВОЗ, 1974).

Международные рекомендации по требованиям к качеству воды разработаны лишь для питьевой и ирригационной (с точки зрения опасности засоления почвы) воды (табл. 10). В ряде районов мира применяются

Таблица 10

Допустимые пределы содержания некоторых токсических веществ в питьевой воде (мг/л) и уровни радиоактивности (пкКюри/л; ВОЗ, 1971)

Токсикант	Концентрация
Мышьяк (в пересчете на As)	0,05
Кадмий (в пересчете на Cd)	0,01
Цианиды (в пересчете на CN)	0,05
Свинец (в пересчете на Pb)	0,1
Ртуть (общая, в пересчете на Hg)	0,001
Селен (в пересчете на Se)	0,01
Нитраты (в пересчете на NO ₃)	45
Полициклические ароматические углеводороды	0,0002
Суммарная альфа-активность	3
Суммарная бета-активность	30

более высокие стандарты, чем рекомендуемые ВОЗ. Есть свои стандарты и в отдельных странах, в частности в СССР, причем очень строго детализированные для воды, применяемой в различных целях. Разветвленная санитарно-эпидемиологическая служба, следящая за качеством воды, существует во всех странах мира, особенно сильно она развита в СССР. Но почти для двух третей населения нашей планеты проблема снабжения чистой, безопасной для здоровья водой остается до сих пор одной из жгучих проблем окружающей среды.

Загрязнение пищевых продуктов

Загрязнение пищевых продуктов также может представлять непосредственную угрозу здоровью человека. Оно может быть биологическим, химическим и радиоактивным. Через пищу человеку могут передаваться две группы патогенных организмов: 1) организмы, ассоциируемые с эндогенными инфекционными заболеваниями животных, которые могут передаваться человеку (зоонозы): вирусы, бактерии, грибки, простейшие, гельминты; 2) микроорганизмы, присутствующие в среде и попадающие в пищу. Загрязнение пищи может происходить на всех этапах ее движения к человеку: в первичном производстве, переработке, транспортировке, хранении, распределении, приготовлении.

Загрязнение микроорганизмами мяса и мясных продуктов, полученных от здоровых животных, возможно во время забоя, разделки туш и обработке. Молоко может загрязняться при доении, перевозке, хранении и переработке. Рыба загрязняется при развитии в загрязненной воде или в процессе хранения и переработки.

К опасным последствиям приводит химическое загрязнение продуктов питания. В недавнем прошлом в пищевые продукты попадало много свинца и мышьяка в результате использования арсената свинца в качестве инсектицида; сейчас этот препарат не применяется. Мышьяк может загрязнять пищевые продукты при использовании содержащих его пестицидов.

Особенно много загрязняется пищевых продуктов ртутью, обладающей сильным токсическим действием. Рыбы, например, концентрируют ртуть в тысячекратном размере по отношению к ее концентрации в воде, особенно некоторые глубоководные морские рыбы (тунец, рыба-меч). Причем у рыб накапливается наиболее токсичная форма — метиловая ртуть, прочно связанная с сульфгидрильными группами белков. Соединения ртути, в том числе метиловой, используются при протравливании зерна, а незаконное использование такого зерна для производства продуктов питания или на корм скоту вызывают отравление людей. Наиболее крупный случай отравления людей хлебом, испеченным из протравленного ртутными препаратами зерна, зарегистрирован в Ираке в 1971—1972 гг., когда было госпитализировано 6000 человек, а умерло 500 (ВОЗ, 1974).

Интоксикация людей наблюдается при повышенном содержании кадмия в продуктах, причем морские животные концентрируют его из воды, как и ртуть. В моллюсках, выловленных в незагрязненной воде, содержание кадмия составляет 0,05 мг/кг, а в загрязненной — до 420 мг/кг; в устрицах восточного побережья США содержание кадмия повышается до 0,2—2,1 мг/кг.

Недостаточно насыщенное белками питание и употребление большого количества алкоголя способствуют отравлению кобальтом, который иногда добавляется в пиво для создания устойчивой пены и предупреждения фонтанирования. При этом возникает сердечная недостаточность и нередко смертельные исходы. Случаи эти описаны в Канаде, США, Бельгии.

При консервировании продуктов пища может загрязняться оловом, особенно при добавках нитратов в качестве консерванта. Известны многочисленные случаи отравления оловом при употреблении фруктовых соков из металлических банок. При отравлении марганцем, концентрируемым некоторыми морскими организмами до уровня 0,1—30 мг/кг, наблюдаются неврологические нарушения и синдром паркинсонизма.

В результате добавления нитратов натрия в пищевые продукты для их консервирования (сельдь, колбасы и др.) в них может появиться нитрозодиметиламин и другие N-нитрозосоединения, обнаружившие канцерогенность в опытах на животных (в норвежской сельди было обнаружено до 30—100 мг/кг нитрозодиметилamina).

Широкую известность получили случаи отравления хлебом, в частности в Саудовской Аравии, при использовании хлорорганических инсектицидов (эндрин, ДДТ, гексахлорциклогексан — линдан). Остаточные концентрации этих веществ часто обнаруживаются в продуктах питания, что вызвало в свое время серьезное беспокойство по поводу применения ДДТ и его запрещение в ряде стран. То же относится и к фосфорорганическим инсектицидам (известны многочисленные случаи отравления паратионом, в том числе со смертельным исходом). Совместная перевозка паратиона и пшеничной муки на судах привела к массовому отравлению хлебом в Мексике в 1967 г. Широко используемый в земледелии карбаматный инсектицид карбарил поступает в организм человека с мясом, рыбой и домашней птицей в количестве около 0,02 мг ежедневно. Было подсчитано,

что ежедневно в среднем в течение пятилетия в организм человека с пищей поступает 0,0001 мг/кг всех гербицидов (Dugan et al., 1971). В своей монографии о вредном влиянии пестицидов на здоровье людей в развивающихся странах Д. Булль (Bull, 1982) обвинил британские монополии в том, что они сознательно уменьшают токсичность своей продукции и ее опасность для окружающей среды, здоровья и жизни людей: даже по официальным данным 375 тыс. человек в развивающихся странах ежегодно серьезно отравляются пестицидами, а около 10 тыс. из них умирают.

Токсическое загрязнение некоторых продуктов питания может быть и результатом их обработки. Так, было выявлено поступление в организм людей канцерогенного бензапирена с копчеными продуктами.

Ряд неблагоприятных последствий для здоровья людей вызывает и неограниченное, бесконтрольное употребление различных стимуляторов роста и добавок к кормам животных, в частности антибиотиков. Одним из последствий этого служит появление устойчивых к антибиотикам штаммов патогенных микробов, передаваемых от животных человеку, что создает серьезные проблемы для медицины. Могут быть и аллергические реакции и явления интоксикации.

Пищевые продукты могут содержать ядовитые вещества и природного происхождения, например некоторые микотоксины (широкое распространение рака печени в Кении, Мозамбике и ряде других стран связывают с потреблением афлатоксина с арахисом, маниокой и другой растительной продукцией, зараженной некоторыми штаммами аспергиллов). Широко известны отравления токсинами спорыньи (*Claviceps purpurea*): «антонов огонь», затем некроз и отторжение омертвевших тканей, судороги, галлюцинации, «танцевальная мания». Сейчас случаи отравления токсинами спорыньи редки, но во Франции они были отмечены в 1951 г. Описаны многочисленные случаи отравления людей устрицами, мидиями, венерками, естественным кормом которых служат содержащие биотоксины планктонные динофлагеллаты, в 10% случаев приводящие к смерти от паралича дыхания. В Японии в определенные месяцы года часты случаи отравления моллюсками-венерупинами (смертность 30%). Там же часты случаи отравления (зарегистрировано в 1952—1955 гг. 2874 случая, причем 10 —

со смертельным исходом) при употреблении в пищу осьминогов. Наиболее распространенной формой ихтиосаркотоксизма служит острый гастроэнтерит, связанный с отравлением рыбой. Известно около 400 видов рыб, мясо которых содержит биотоксины. Если при обычных отравлениях рыбой летальность составляет 7%, то при отравлении рыбой семейства Tetraodontidae (около 40 видов) она повышается до 60%. Наибольшее отравление, согласно мировой статистике, связано с рыбой семейства Scophridae (скумбрия, тунец), прежде всего в результате ее неправильного хранения.

Имеются случаи естественного накопления радиоактивных изотопов (^{65}Zn , ^{55}Fe , ^{90}Sr) водными животными, употребляемыми в пищу (устрицы, щука, лосось, тунец), что может представлять серьезную угрозу здоровью человека.

Для разработки международных стандартов качества пищевых продуктов ФАО и ВОЗ учредили объединенную программу и создали международную комиссию Codex Alimentarius — орган, которому была поручена реализация программы. В результате этой работы установлены пределы остаточных концентраций ряда пестицидов, пищевых добавок и других загрязнителей пищевых продуктов. Определенные стандарты разработаны и на национальном уровне в большинстве стран мира.

Загрязнение почвы

Загрязнение почвы связано с применением в сельском и лесном хозяйствах пестицидов, избыточным внесением удобрений на полях, внесением вредных веществ ирригационными водами, накоплением отходов промышленности, полеводства и животноводства, антисанитарным состоянием населенных мест и рекреационных зон, а также выпадением атмосферных загрязнений в локальном и глобальном масштабе. Во многих странах мира, особенно в развивающихся, в связи с общим плохим санитарным состоянием среды первостепенное значение имеет загрязнение почвы патогенными организмами. В связи с ростом добычи полезных ископаемых и развитием производства все большее значение приобретает загрязнение почвы серой, тяжелыми металлами, нефтепродуктами.

Все почвенные загрязнители могут включаться в пищевые цепи и в конечном итоге с продуктами питания

попадать в кишечно-желудочный тракт либо попадать в воду и через нее в человека.

Особо серьезное значение имеет зараженность почв кишечными паразитами, особенно в развивающихся странах, что связано с антисанитарным удалением физиологических отходов и почти повсеместным отсутствием закрытой канализации: около одной трети населения мира поражено анкилостомидозом и одна четверть населения имеет в желудочно-кишечном тракте *Ascaris lumbricoides*. Много и других гельминтов попадает в человека из почвы.

Загрязнение почвы патогенными организмами влияет на здоровье людей тремя путями.

Во-первых, через цепь человек—почва—человек, в которой патогены выделяются зараженным человеком и через почву (прямой контакт) передаются другому, либо через выращенные на зараженной почве овощи и фрукты. Таким путем в человека поступают кишечные бактерии и простейшие, вызывающие холеру, сальмонеллез, бациллярную дизентерию (шигеллез), брюшной тиф и паратифы, амебиаз; переносчиками патогенов могут быть и мухи, размножающиеся в загрязненной отходами почве. Таким же путем проникают в человека через почву черви-паразиты (геогельминты), яйца и личинки которых приобретают инвазионные свойства лишь после инкубации в почве: *Ascaris lumbricoides* (аскарида), *Trichuris trichura* (власоглав), *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale*, *Strongyloides stercoralis*. С внедрением в человека геогельминтов связано истощение организма, потеря крови, анемия. ВОЗ считает, что уничтожение гельминтов в жарких странах существенно улучшило бы здоровье населения этих территорий. Несмотря на значительный прогресс человечества в последнее столетие, по-прежнему отсутствие закрытой канализации на значительной территории мира, в том числе в сельских местностях развитых стран, способствует сохранению патогенных организмов, передаваемых через почву. Этому же способствует и недостаточная биологическая очистка сточных вод, используемых в земледелии.

Во-вторых, через цепь животные—почва—человек, в которой патогены животных передаются человеку путем прямого контакта с почвой, загрязненной выделениями инфицированных животных. Почва играет основную

роль в распространении зоонозов (заболеваний животных, передаваемых человеку), к которым относятся следующие болезни:

1) лептоспироз (в районах разведения крупного рогатого скота, а иногда овец, коз и лошадей; на орошаемых полях, особенно на плантациях риса и сахарного тростника); лептоспиры, переносчиками которых служат различные грызуны, проникают из почвы в человека через слизистые оболочки и поврежденную или мацерированную кожу;

2) сибирская язва, вызываемая *Bacillus anthracis*, споры которых сохраняют жизнеспособность в почве многие годы;

3) лихорадка Ку, вызываемая риккетсией *Coxiella burnetii*, распространенной почти по всему миру и в обилии содержащейся в почве и пыли, особенно в загонах овец;

4) ползучая сыпь, вызываемая мигрирующими под кожей личинками почвенных нематод, которыми особенно поражаются дети, играющие на почве с фекалиями зараженных кошек и собак;

5) листериоз;

6) инфекции, вызываемые *Clostridium perfringens*;

7) лимфоцитарный хориоменингит;

8) южноамериканская геморрагическая лихорадка;

9) туберкулез;

10) туляремия.

Хотя перечисленные заболевания больше передаются при прямых контактах с животными или через продукты питания, загрязнение патогенными организмами почвы при этом играет важную роль в их распространении.

В-третьих, через цепь почва—человек, в которой патогенные организмы — природные обитатели почвы непосредственно попадают из нее в человека при прямом контакте. К заболеваниям, возникающим таким путем, относятся различные микозы (мицетома, хромомикоз, кокцидиомикоз, аспергиллез, споротрихоз и т. п.), столбняк, ботулизм.

В последние годы возрастает остаточное загрязнение почвы пестицидами, многие из которых через растительную и животную продукцию попадают в организм человека, обладая явной токсичностью. Продолжительность «жизни» остаточных пестицидов в почве колеблется от 6 до 36 лет. Сейчас все больше производят и

применяют короткоживущие пестициды, однако продукты их метаболизма в почве могут иметь также токсические свойства. Самоочищение почвы от пестицидов связано прежде всего с ее микроорганизмами, активность которых определяется свойствами почвы. Поэтому разные почвы в разной степени способны к самоочищению: наиболее интенсивно очищаются почвы засушливых и влажных теплых районов, очень слабо — холодные почвы тайги и тундры.

Загрязнение почв тяжелыми металлами и другими токсичными элементами также приводит к отравлениям. Пшеница, выращенная на почве с избытком селена, может накопить его до 30 мг/кг без ущерба массе урожая; на пастбищах особенно концентрирует селен астрагал, вызывая токсикоз у поедающих эту траву животных. Свинец, ртуть, мышьяк попадают в почву из пестицидов, накапливаются в ней и далее попадают в сельскохозяйственные продукты.

Много беспокойства вызывает загрязнение почв твердыми отходами городов, промышленных предприятий, рудников, многие из которых являются высокотоксичными, а некоторые канцерогенными. Установлено, что твердые промышленные отходы являются главным источником загрязнения почвы токсическими химическими веществами.

Наконец, необходимо отметить радиоактивное загрязнение почвы, вызванное выпадением радиоактивных осадков после ядерных взрывов. При радиоактивном загрязнении почвы наибольшее значение имеют ^{90}Sr и ^{137}Cs , а с экологической точки зрения — также ^{131}I , $^{140}\text{Ba} + ^{140}\text{La}$, $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$, $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ и другие.

Загрязнение жилья

Главным фактором загрязнения жилья служат неудовлетворительные жилищные условия — скученность и отсутствие основных санитарных удобств. В декларации Стокгольмской конференции по окружающей среде (1972 г.) отмечалось, что более миллиарда людей (четверть населения мира) проживает в жилищах, не отвечающих гигиеническим стандартам. За десять прошедших с тех пор лет ситуация лишь ухудшилась (Eskholm, 1982). Наличие грязи в жилищах привлекает вшей, клопов, блох, тараканов, мокриц, пауков, мух. Сырость в жилищах и плохие крыши, стены, окна способствуют

проникновению комаров — переносчиков лихорадок, малярии, трахомы, филяриатоза. Накопление отходов способствует распространению мышей и крыс — переносчиков разных заболеваний.

К этому же типу факторов, отражающихся на здоровье людей, относятся и несчастные случаи, связанные с бытовыми условиями. В США ежегодно жертвами несчастных случаев в быту становятся 16 млн. жителей, причем около 1 млн. случаев связаны с игрушками и другими детскими товарами. Падение с высоты, отравление газом, поражение электрическим током, пожары — все это влечет за собой серьезную угрозу здоровью человека и высокую смертность. Исследование, проведенное ВОЗ в Европе в 1964 г., показало, что несчастные случаи в быту обуславливают 1—2% общей смертности населения. На каждый несчастный случай со смертельным исходом приходится до 150 случаев нарушения здоровья.

Своеобразным видом «загрязнения» жилья служит широкое внедрение в быт химических веществ, особенно распространившееся в послевоенные годы. По данным центров токсикологического контроля Швейцарии и ФРГ, в быту находят применение более 40 000 различных токсических веществ, опасных для здоровья человека. Масштабы этой проблемы хорошо иллюстрируются данными Службы охраны здоровья потребителей и гигиены окружающей среды США за 1968 г., согласно которым ежегодное заболевание из-за употребления токсических продуктов составило 1 600 000, из них 3 000 случаев со смертельным исходом; 25 000 — употребление изделий для отдыха и спорта, 139 000 случаев — воздействие горючих жидкостей (исключая ожоги от возгорания), 540 000 — воздействие применяемых при стирке и глажении веществ, 75 000 — воздействие пестицидов. Число несчастных случаев, связанных с проглатыванием вредных веществ, колеблется от 500 000 до 1 000 000 в год, из них 2 000 со смертельным исходом. Огромную потенциальную опасность для здоровья имеют многие ингредиенты косметических средств: родамин В в губной помаде, три-о-крезилфосфат в лаке для ногтей, ртутьорганические соединения и женские гормоны шампуней и кремов, р-фенилендиамин, соли таллия, нитробензол, четыреххлористый углерод и многие другие. Очень опасны при случайном попадании в же-

лудочно-кишечный тракт различные синтетические детергенты, моющие, чистящие и полирующие препараты, синтетические клеи, лаки и краски. В 1970 г. в США было зарегистрировано 5 729 случаев отравления пестицидами, из них 21 со смертельным исходом.

Загрязнение медицинскими препаратами

Это весьма своеобразный вид загрязнения окружающей среды токсическими веществами, непосредственно угрожающими здоровью человека. Фармацевтическая промышленность мира постоянно выпускает все новые и новые медицинские препараты, неосторожное применение которых, особенно при самолечении, имеет самые печальные последствия. Даже самые лучшие лекарства могут принести вред, тем более что многие из них — настоящие яды, требующие крайне осторожного обращения.

Крупные капиталистические монополии, занятые производством фармацевтической продукции, в погоне за прибылью выбрасывают на рынок огромное количество непроверенных препаратов, часто влекущих вредные последствия для употребивших их людей. Это вызвало гневный протест со стороны международного профсоюзного движения.

Многочисленные примеры лекарственных трагедий приведены в статье О. Францена (1981). Так, в 1958 г. в западноевропейских аптеках появился с широкой рекламой талидомид, суливший беременным женщинам спокойный сон, а через некоторое время стали рождаться дети с уродствами, в том числе с недоразвитыми конечностями; было отмечено 20 000 таких случаев. Такой же эффект был от употребления примадоса (дуогинома) западногерманской фирмы «Шеринг АГ». Порошок болюль, использовавшийся во Франции при купании детей против фурункулеза, унес 70 жизней. В 1980 г. многочисленные судебные процессы заставили швейцарскую фирму «ЦИБА-Гейти» признать ответственность за 2 500 случаев тяжелых нарушений здоровья от выпускаемых ею лекарств. В Японии было зарегистрировано 1100 случаев нервного расстройства, из них 700 со смертельным исходом вследствие применения желудочного препарата клиоквинол. Выпускавшийся в США препарат давон уносил ежегодно 3—4 тыс. жизней, но

принес фирме, его выпускавшей, более 500 млн. долларов прибыли, прежде чем был запрещен сенатом. В США ежегодно погибает от неблагоприятного воздействия патентованных лекарственных препаратов от 60 до 140 тыс. человек.

Приведенные примеры свидетельствуют о довольно серьезной проблеме в этой области. В нашей стране все больше и больше лекарств, казалось бы самых простых, отпускается в аптеках только по рецептам врачей и только в прописанных количествах; очень сложно и строго проводится также проверка новых лекарственных препаратов, что гарантирует от возможных вредных последствий.

Радиоактивное загрязнение

В естественных условиях человек, как и все живое на Земле, постоянно подвергается воздействию «фонового» ионизирующего излучения от естественных радиоизотопов и космического излучения. Однако в XX в., и особенно в его второй половине, человек стал подвергаться воздействию всевозрастающих уровней ионизирующего излучения от источников, созданных самим человеком, таких, как рентгеновская и медико-радиационная аппаратура, разные виды атомного оружия, контролируемые ядерные испытания, атомные энергетические установки, искусственные радиоизотопы для медицинских, сельскохозяйственных, диагностических, аналитических и промышленных нужд, атомные реакторы на морских судах и т. д. Все виды ионизирующего облучения опасны для жизни в дозах, превышающих фоновые.

Показателями радиационной безопасности человека служат: 1) экспозиционная доза электромагнитного излучения умеренной энергии (рентгеновские и гамма-лучи) — сумма электрических зарядов ионов одного знака, образующихся в единице объема воздуха при некоторых определенных условиях (в рентгенах); 2) поглощенная доза — энергия, сообщаемая единице массы того или иного тела (в радах); 3) дозовый эквивалент — модифицированный показатель, учитывающий биологическую эффективность поглощенной дозы в зависимости от типа и энергии излучения (в бэрах). Для рентгеновских лучей, бета-частиц и гамма-лучей числовые зна-

чения поглощенной дозы в радах и дозового эквивалента в бэрах практически идентичны.

Воздействие ионизирующей радиации вызывает у человека как соматические, так и генетические последствия, причем поражения могут проявиться как сразу после облучения, так и через несколько лет после него. Кратковременное облучение дозой 500—2000 рад приводит к смерти в течение нескольких дней; кратковременное облучение дозой 100—500 рад ведет к серьезным нарушениям здоровья и смерти части облученных лиц. Острый радиационный эффект наблюдается после облучения больших участков тела. Серьезные последствия вызывает и длительное облучение малыми дозами, менее 100 рад. Наиболее серьезный риск для человека при воздействии низких доз облучения — развитие лейкемии и злокачественных опухолей. В наибольшей степени чувствительны к радиационному поражению половые железы (бесплодие, наследственные болезни и уродства), костный мозг (лейкемия), глаза (катаракты).

Согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите, предельная генетическая доза для населения в целом не должна превышать 5 бэр от всех источников, не считая естественной фоновой радиации и медицинских процедур, что соответствует примерно 0,15 бэр в год до достижения 30-летнего возраста.

В целом для населения нет пока непосредственной радиационной опасности от излучения, связанного с человеческой деятельностью. В 1965 г. Комитет экспертов ВОЗ по радиации констатировал, что все имеющиеся источники излучения в сумме дают пока не более 1—2% природного радиационного фона. В настоящее время, вероятно, эта величина выросла, но все страны мира ведут жесткий контроль, обеспечивающий безопасность населения.

Радиационное облучение для большинства лиц, профессионально имеющих дело с источниками радиации и радиоактивными веществами, при современных средствах защиты составляет менее 1 бэр в течение года, т. е. менее одной пятой максимально допустимой дозы. До настоящего времени происходит выпадение с атмосферными осадками радиоактивных веществ, поступивших в стратосферу в результате взрывов атомных бомб и ядерных испытаний (^{90}Sr , ^{137}Cs), однако этот источник ионизирующего излучения также не превышает допу-

стимых доз. Не играют существенной роли и другие источники радиоактивного загрязнения, такие, как ядерные энергетические реакторы, регенерационные установки и горячие лаборатории, использование радионуклидов для медицинских целей, в промышленности, в научных исследованиях.

Однако большую опасность представляют два фактора: 1) аварийные ситуации, при которых происходит существенная утечка радиации; 2) недостаточно надежное захоронение радиоактивных отходов. Известны несколько случаев аварий на атомных электростанциях, приведшие к тяжелым последствиям. Жителей Испании все больше тревожит факт превращения морского дна у ее берегов в свалку радиоактивных отходов: в конце 1982 г. Нидерланды, Бельгия и Швейцария захоронили в специальных контейнерах около 10 тыс. т. радиоактивных отходов близ северо-западного побережья страны.

Страшная опасность радиоактивного заражения окружающей среды и поражения людей — это ядерная война. Пример Хиросимы и Нагасаки, когда от радиоактивного излучения погибли сотни тысяч людей, а последствия его действуют и сейчас, через сорок лет после взрыва, показал миру всю страшную картину радиационной войны. Но ведь сейчас мощность имеющегося термоядерного оружия неизмеримо возросла, появилось рекламируемое правительством США новое нейтронное оружие, специально рассчитанное на лучевое поражение людей. Именно поэтому столь важна в наше время настойчивая борьба всех людей планеты за полное запрещение и уничтожение любых видов ядерного оружия, за отказ от ядерной войны.

Шумовое загрязнение

Шум сопровождает большинство видов человеческой деятельности и в обычных условиях является нормальным элементом окружающей человека среды, представляя собой эффективную сигнальную систему. Слишком низкий уровень шума при звукоизоляции может привести к потере временной и пространственной ориентации, в то время как слишком высокий — к потере слуха. Шум может сильно воздействовать на центральную нервную систему, вызывая ее заболевания.

Воздействие шума на человека зависит от его фи-

зических параметров (громкость, частота), продолжительности, неожиданности, сочетания с вибрацией, а также от индивидуальных особенностей человека и его возраста. Наиболее распространенные физиологические последствия шума следующие: 1) утомление слуха, проявляющееся при уровне шума выше 90 дБ и наиболее выраженное при частоте 4000 Гц; чистые, прерывистые, внезапные или неожиданные звуки особенно неблагоприятны для здоровья; 2) маскирующий эффект или снижение восприятия либо способности различать звуки в присутствии постороннего шума; 3) ускорение возрастного снижения остроты слуха; 4) неспецифические физиологические реакции (изменение частоты сердечных сокращений, сужение периферических кровеносных сосудов, остановка дыхания при воздействии импульсного шума, ухудшение зрения, изменение крови); 5) глухота. Шум часто приводит к нарушению сна и снижению работоспособности, а также вызывает чувство раздражения и дискомфорта. Звуки сильнее 70 дБ способны прервать состояние глубокого сна, хотя некоторые люди просыпаются даже при звуках силой 40 дБ. Особенно страдает от шума работа, требующая высокой квалификации и интенсивного умственного напряжения. Наибольший вред приносят интенсивные производственные шумы, достигающие высокого уровня и приводящие в экстремальных случаях к профессиональной глухоте (рис. 18). В городах основным шумовым фактором служит движение транспорта, особенно близ железных дорог, оживленных магистралей, аэропортов.

С ростом производства, коммуникаций городов шумовое загрязнение среды возрастает и местами создает крайне неблагоприятные для человека условия жизни и работы, что вызвало проблему борьбы с шумом и заботу о звукоизоляции помещений и снижении шума машин и аппаратов.

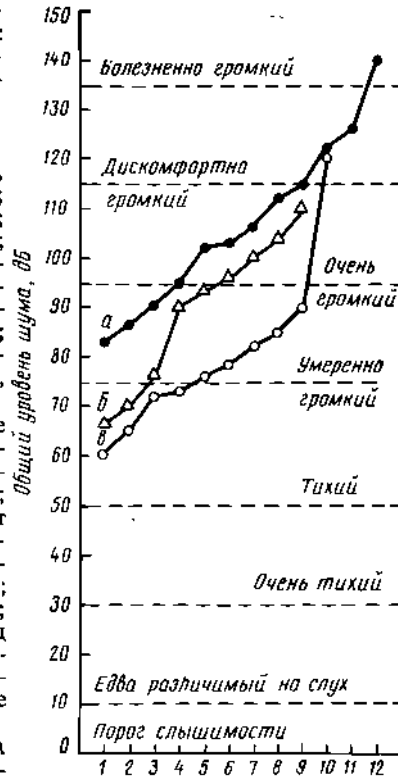
**Заболевания,
связанные
с производственными
и социальными условиями**

Большая группа заболеваний и нарушений здоровья человека связана со специфическими производственными и социальными условиями общества, что определя-

Рис. 18. Уровень шума различных источников (ВОЗ, 1974):
а — в промышленности (1 — шпоночная штамповочная машина, 82 дБ; 2 — станция прессы, 86 дБ; 3 — фрезерный станок, 90 дБ; 4 — токарный станок, 95 дБ; 5 — газетный пресс, 101 дБ; 6 — трактор, 103 дБ; 7 — отрезная пила, 106 дБ; 8 — ткацкие станки, 112 дБ; 9 — бетонолом дорожных покрытий, 115 дБ; 10 — пневматическое долото, 122 дБ; 11 — кислородная сварка, 126 дБ; 12 — гидроструйная транспортная установка в забоях, 140 дБ);

б — в населенных пунктах вне жилищ (1 — легковой автомобиль в 30 м, 66 дБ; 2 — церковный колокол в 50 м, 70 дБ; 3 — общественный транспорт в 15 м, 76 дБ; 4 — гудок поезда в 150 м, 90 дБ; 5 — тяжелый грузовик в 15 м, 93 дБ; 6 — мотоцикл в 8 м, 96 дБ; 7 — бур для скальных пород в 15 м, 100 дБ; 8 — механическая косилка, 103 дБ; 9 — реактивный самолет на высоте 300 м, 110 дБ);

в — в жилых помещениях (1 — разговор, 60 дБ; 2 — спуск воды в туалете, 65 дБ; 3 — пылесос, 72 дБ; 4 — телевизор, 73 дБ; 5 — посудомоечная машина, 76 дБ; 6 — музыка в комнате, 78 дБ; 7—8 — будильник, 85 дБ; 9 — стиральная машина, 82 дБ; миксер, 90 дБ; 10 — дискотека, 120 дБ)



ется, естественно, способом производства и уровнем общественной организации людей, особенно в том, что касается количества и характера заболеваний, а также их лечения.

В производстве человек постоянно подвергается воздействию различных факторов физической среды, многие из которых потенциально опасны и профессионально вредны.

Биологические факторы производства, влияющие на здоровье человека, прежде всего относятся к его сельскохозяйственной деятельности: общение с домашними

животными, среди которых могут быть зараженные; работа на орошаемых полях, особенно на рисовых полях тропиков и субтропиков, где имеется огромное количество водных переносчиков инфекционных болезней; работа с различной растительной продукцией, зараженной патогенными грибами. В качестве примеров профессиональных заболеваний, связанных с биологическими факторами среды, могут быть названы шистосомиазис у рисоводов некоторых жарких стран мира; сибирская язва, получаемая при сортировке шерсти и обработке шкур инфицированных животных; столбняк у сельскохозяйственных рабочих; бруцеллез у животноводов; анкилостомидоз и сонная болезнь у скотоводов Африки; микотические заболевания дыхательных путей и кожные инфекции у рабочих плантаций сахарного тростника и какао и т. д.

Химические факторы в производственной деятельности людей вызваны необходимостью производственного контакта с потенциально токсичными веществами, принимающими участие в тех или иных технологических процессах как в промышленности, так и в сельском и лесном хозяйстве, а также в горнодобывающей отрасли. Степень воздействия таких веществ зависит от их концентрации и продолжительности действия, что определяется прежде всего состоянием охраны труда и техники безопасности на производстве, т. е. зависит от социальной среды.

К химическим загрязнителям производства относится пыль, образующаяся при добыче или обработке различных материалов (горных пород, руд металлов, древесины, каменного угля, стекла, зерна, тканей). Пыль вызывает многочисленные респираторные заболевания: легочный склероз, фиброз легких, рак, аллергии, дерматозы. Особую опасность представляет кварцевая пыль, вызывающая силикоз у рабочих горнодобывающей, металлургической и стекольной промышленности, иногда сопровождаемый туберкулезом. Столь же опасна и асбестовая пыль, в изобилии образующаяся при добыче и промышленном использовании асбеста.

Из других химических токсикантов, широко распространенных в производстве, необходимо отметить следующие: окись углерода, инактивирующая гемоглобин в крови (рудники, черная металлургия, газогенераторные предприятия); сернистый газ, являющийся сильным

раздражителем глаз и верхних дыхательных путей (рудники, предприятия цветной металлургии, целлюлозно-бумажной и химической промышленности); метан в шахтах; свинец на большом числе различных предприятий, где он используется для разных целей — аккумуляторы, типографский шрифт, красители и т. п.; различные растворители, пары которых сильно токсичны (машиностроение, химическая и пищевая промышленность, производство пластмасс и искусственного волокна); кислоты, щелочи, соединения хрома и никеля, формальдегид, оказывающие сильное токсическое действие на кожу; различные пестициды, широко применяемые в сельском хозяйстве и в быту.

Для многих производственных токсикантов разработаны предельно допустимые концентрации в воздухе производственных помещений (табл. 11) исходя из

Таблица 11

Предельно допустимые концентрации вредных веществ, принятые в 1970—1972 гг. в разных странах, мкг/м³ (ВОЗ, 1974)

Вещество	СССР	США	Чехо- слова- кия	Поль- ша	ФРГ	Вели- кобри- тания	Швей- цария
Ацетон	200	2400	800	200	2400	2400	2400
Ксилол	50	435	200	100	810	435	435
Ксилиндн	3	25	5	—	25	25	25
Метанол	5	260	100	50	260	260	260
Свинец	0,01	0,15	0,15	0,05	0,2	0,15	—
Стирол	5	420	200	50	420	420	420
Толуол	50	375	200	100	750	375	380
Трихлорэтилен	10	535	250	50	260	535	260
Углекислый газ	—	9000	9000	—	9000	9000	9000
Окись углерода	20	55	30	30	55	55	55
Хлористый винил	30	770	—	300	260	770	260

принципа, что ...«несмотря на неизбежную потенциальную опасность для здоровья, связанную с контактом с веществами, которые, как установлено, обладают токсическими свойствами, можно установить для каждого из подобных веществ определенный, количественно определяемый уровень воздействия на человеческий организм, ниже которого его влияние на здоровье не обнаруживается» (ВОЗ, 1974).

Объединенный комитет МОТ/ВОЗ по профессиональной гигиене предложил в 1969 г. следующую классифи-

кацию воздействий на здоровье человека химических токсикантов, присутствующих в воздухе производственных помещений.

Категория А (зона безопасных концентраций) — по имеющимся данным, воздействие не вызывает каких-либо заметных изменений в состоянии здоровья и работоспособности на протяжении всей жизни лиц, подвергающихся этому воздействию.

Категория Б — результатом воздействия могут быть быстро исчезающие изменения в состоянии здоровья и работоспособности; отчетливого состояния болезни не вызывает.

Категория В — воздействия, результатом которых могут быть болезни, поддающиеся лечению.

Категория Г — воздействия, результатом которых могут быть неизлечимые заболевания или смерть.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, особенно тех, действие которых еще не достаточно изучено и может быть канцерогенным или мутагенным, относятся к категории А. Перечни ПДК разных стран содержат указания для многих сотен различных химических веществ. Они существенно различаются между собой как по набору веществ, так и по уровням ПДК. Для ряда веществ имеются временные рекомендации объединенного комитета МОТ/ВОЗ для зоны безопасных концентраций (мг/м³):

хлористый водород	5—7
фосген	0,4—0,5
сероводород	10—15
сернистый газ	10—13
серная кислота и серный ангидрид	1
озон	0,1—0,2
аммоний	20—35
мышьяковистый водород	0,2—0,3
этанол	1000—2000
метилакрилат	20—35
нитробензол	3—5
динитробензол	1
динитротолуол	1—1,5
тринитротолуол	1—1,5
йод	1
бериллий и его соединения (в расчете на Be)	0,001—0,002
молибден и его соединения (в расчете на Mo)	4—5
ванадий (в пересчете на V ₂ O ₅)	
пыль	0,5
пары	0,1
феррованадий	1
окислы цинка (пары)	5

цирконий и его соединения (в расчете на Zr)	5
хлорпроизводные дифенила	1
хлорпроизводные окиси дифенила	0,5

Физические факторы и условия производства включают освещение, температуру, вибрацию, сквозняки, радиацию. Под влиянием длительной и интенсивной вибрации при работе с различными пневматическими инструментами могут возникать поражения пальцев и суставов, рук, явления сосудистого спазма. Неудовлетворительное освещение в рабочих помещениях или на рабочем месте может вызывать как нарушение зрения, так и общее ухудшение здоровья (нистагм шахтеров). При сварочных работах под воздействием ультрафиолетовой радиации может иметь место поражение глаз в виде конъюнктивита или кератита. Можно также отметить воздействие ионизирующей радиации при работе с радиоактивными веществами, особенно при добыче соответствующих руд и их первичной переработке.

Производственный травматизм связан как с неблагоприятными производственными условиями, так и с человеческими факторами (утомление, невнимательность, алкоголизм, психический стресс, незнание или несоблюдение правил техники безопасности). По данным Международной организации труда (1967), 85% производственного травматизма связано именно с человеческими факторами и только 15% — с неудовлетворительной организацией производства. В этом отношении особенно большую роль играют социально-экономические факторы. В социалистическом производстве охрана труда и техника безопасности организованы государством и постоянно контролируются профсоюзами и органами здравоохранения: инженер по технике безопасности — обязательная должность в каждом крупном производственном коллективе, включая высшие учебные заведения. В капиталистическом производстве на крупных предприятиях, как правило, сейчас технике безопасности уделяется серьезное внимание, но зато в стихийном море мелких и мельчайших частных предприятий ни о какой охране труда и технике безопасности нет даже и речи, а государственный контроль во всех странах носит формальный характер. Соответственно производственный травматизм — настоящее бедствие для многих капиталистических стран.

Профессиональные заболевания могут быть резуль-

татом нерациональной организации труда, в частности сменной работы. Часто они возникают и под влиянием психосоциальных факторов на производстве. Например, исследования в Египте показали четкую зависимость заболеваний хроническим гастритом и в определенной степени язвой желудка у рабочих ночных смен с соответствующим режимом питания и стрессовым воздействием ночной работы (ВОЗ, 1974). Сменная работа может приводить и к нервным расстройствам. Многие нарушения здоровья отмечались в связи с высоким уровнем механизации трудовых процессов при недопустимо высоких скоростях работы, особенно на конвейерных линиях. Слишком высокая интенсификация труда или высшие физические нагрузки, особенно осложняющиеся неудовлетворительными условиями быта и питания, вызывают нарушения здоровья в самых разных формах.

Опасность для здоровья и жизни людей несет транспорт. На первом месте в этом отношении стоит дорожно-транспортный травматизм, который занимает ведущее место среди всех категорий несчастных случаев с людьми (исключая войны и стихийные бедствия): ежегодно по этой причине умирает 150 000 человек, а 6 000 000 человек получают увечья (ВОЗ, 1974). В 1969 г. стоимость ущерба от автомобильных катастроф в США составила около 12,5 млрд. долларов. Несмотря на все принимаемые меры, количество жертв несчастных случаев на дорогах мира непрерывно возрастает. Вместе с загрязнением атмосферы выхлопными газами автомобильный транспорт, таким образом, является наиболее опасным для человека транспортным фактором окружающей среды, по сравнению с воздушным, железнодорожным или водным транспортом, хотя несчастные случаи в результате катастроф бывают и там.

Что же касается зависимости здоровья людей от социальных условий, то связь здесь самая непосредственная и многообразная (см. гл. 1).

Общим для всего человечества является увеличившийся темп и динамизм жизни, связанный с научно-технической революцией и колоссальным ростом потока информации. Вероятно, это как-то отразилось на состоянии здоровья людей.

Сейчас очень много пишут о «социальном стрессе» как в специальной, так и в популярной литературе.

Однако конкретных достоверных исследований в этой области еще не достаточно для строго обоснованных выводов. Есть отдельные наблюдения, свидетельствующие о том, что избыточные психические нагрузки, в том числе и стресс, ведут к неврологическим и другим заболеваниям (гипертония, стенокардия, инфаркт, гастрит, колит и др.), но статистически обоснованных заключений в этом отношении нет. Нет твердых научных оснований и для заключения о том, что, как это ни печально, но человечество, несмотря на все успехи медицины, болеет все больше. То, что к врачам все больше и больше обращается людей с разными заболеваниями, что расходы на здравоохранение все более растут, — это факты. Но эти факты отнюдь не свидетельствуют о росте числа больных на единицу населения или о росте числа болезней на душу населения в целом. Необходимо учесть два обстоятельства: 1) все больше больных обращается к растущей армии врачей и все больше выявляется больных при массовых просмотрах, в то время как ранее отнюдь не все больные ходили к врачам; 2) рост населения может вести к абсолютному росту больных, хотя относительное количество больных может при этом и уменьшаться. Все это требует очень серьезного научного исследования.

С другой стороны, неоспоримым является влияние социального положения людей в обществе, особенно в классовом обществе, на состояние их здоровья. По этому поводу есть много данных, характеризующих как современную ситуацию, так и исторические аспекты. Полная ликвидация или существенное снижение распространения многих тяжелых эпидемических заболеваний в СССР по сравнению с царской Россией, и особенно ее полуразвитыми окраинами, — самое убедительное тому свидетельство. Второе важное свидетельство данного общего положения — это сопоставление количества заболеваний или травм и смертности явно социальной природы в социалистических и капиталистических странах (шизофрения, преступность, алкоголизм, злоупотребление наркотиками и все связанные с ним последствия вплоть до тяжелой наркомании и смерти, самоубийства и т. д.), которое складывается явно не в пользу капитализма.

Уже давно установлено (Paris, Dunham, 1939; Häfner, Reimann, 1970), что скученность бедноты и деклас-

сированных элементов в центральной перенаселенной части старых городов капиталистических стран ведет к росту здесь заболеваемости шизофренией, умственной отсталости детей, алкоголизма, венерических болезней, наркомании, числа самоубийств, преступности, по сравнению с другими районами тех же городов. Печально известны в этом отношении негритянские гетто многих городов США.

В США насчитывается более полумиллиона хронических наркоманов по далеко не полным данным. В первую очередь жертвами наркомании становятся самые обездоленные и бесправные члены американского общества — негры, пуэрториканцы, мексиканцы, индейцы, а также многочисленные иммигранты из развивающихся стран. Самое страшное в американском обществе — это распространение наркомании среди молодежи, особенно в связи с большим процентом безработной молодежи, и даже среди детей. Рост наркомании связан непосредственно с ростом преступности.

Среди социальных факторов состояния здоровья населения существенную роль играют плотность населения, наличие жилья, обеспеченность жилья бытовыми удобствами (электричество, водопровод, канализация), возрастная структура населения, миграционные процессы, темп жизни, организация производства, включая охрану труда и технику безопасности, транспортные условия, шум, социальные взаимоотношения людей. Обобщая все многочисленные социальные факторы и условия, можно выделить в качестве главных социальных факторов уровень благосостояния населения и постановки здравоохранения в стране.

Токсичные и потенциально токсичные вещества в среде

В данном разделе для удобства читателей и как справочный материал дается в табличной форме характеристика некоторых главнейших токсичных и потенциально токсичных веществ экосферы, опасных для здоровья человека, имеющих как природное, так и техногенное происхождение (табл. 12). Полные списки таких веществ, составляемые ЮНЕП, ВОЗ и другими международными организациями, как и национальными ор-

Таблица 12
Токсичные и потенциально токсичные вещества экосферы (сводка из разных источников)

Вещество	Источник поступления в среду	Содержание в среде	Поступление человеку	Заболевание
1	2	3	4	5
Алкилирующие агенты (азотистый и серный иприт, эпоксины, этиленамины, алкилсульфаты, лактоны, сульфоны)	химическая и фармацевтическая промышленность	в ряде медикаментов	с пищей, лекарствами	возможно канцерогенное действие
Ароматические амины	химическая промышленность	в воздухе, пластмассах, продуктах питания, питьевой воде	с воздухом, водой и пищей	различные формы рака
Асбест	добыча, производство и потребление асбеста и изделий из него	асбестом, покрытие полов, топков, труб; в воздухе городов 10—100 нг/м ³ , но много больше в воздухе предприятий	с воздухом	асбестоз (фиброз легких), рак легких, мезотелиома (рак плевры и брюшины)
Барий (растворимые соединения)	пестициды (родентициды)	в загрязненных сельско-хозяйственных продуктах	с пищей	интоксикация, поражение почек и центральной нервной системы
Бензапирен и другие полициклические ароматические углеводороды	сжигание органического топлива, табачный дым, копчености, нефтепродукты	в почвенных водах 0,001—0,01 мкг/л, в поверхностных водоемах 0,025—0,1 мкг/л, в загрязненных водоемах более 0,1 мкг/л	с водой (ПДК 0,0002 мг/л), воздухом и пищей	рак легких и кожи, интоксикация

1	2	3	4	5
Бериллий	производство бериллия и его сплавов	в воздухе близ предприятий	с воздухом (ПДК 0,001—0,002 мг/м ³)	острая пневмония, бериллиоз легких
Биотоксины	морские животные. планктон, моллюски, головоногие, рыбы	пищевые продукты морского происхождения (мидии, устрицы, венерки, рыба)	с пищей	интоксикация, острый гастроэнтерит, паралич дыхания
Бор	природные воды	в литьевой воде борных прозвинций	с водой	поражение почек и желудочно-кишечного тракта, эндемичные энтериты
Ванадий	сжигание жидкого топлива	в воздухе больших городов с интенсивным движением транспорта	с воздухом (ПДК 0,1—0,5 мг/м ³)	конъюнктивиты, назофарингиты, устойчивый кашель
Гормональные препараты	фармацевтическая и косметическая промышленность	в медикаментах, косметических препаратах, шампунях	с лекарствами, с водой, через кожу	возможно канцерогенное и тератогенное действие
Двуокись углерода	сжигание органического топлива	в воздухе	с воздухом (ПДК 9000 мг/м ³)	интоксикация
ДДТ и родственные хлорные органические соединения	пестициды	в воздухе от 0,1 до 400 мг/м ³ . в водах рек США 0,2—28 мг/л, Англии 1,6—114 мг/л, с пищей потребляется около 0,05 мг/сут ДДТ и его метаболитов; в почвах обычно 0,1—5 ppm, но бывает до 120 ppm	с пищей	интоксикация; возможно канцерогенное, мутагенное и тератогенное действие

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
Железо	промышленное производство	железная посуда, природная вода	с пищей, водой	цирроз печени, нарушения кроветворной системы, острые отравления у детей
Йод	морская вода, вулканическая деятельность, почва	в некоторых водах повышенное содержание, но 10% населения мира живет при эндемичном недостатке йода	с воздухом (ПДК 1 мг/м ³), водой	рак щитовидной железы; эндемичный зоб и другие эндокринные заболевания при недостатке
Кадмий	выплавка цветных металлов, удобрения, пестициды, рудники	в воздухе близ предприятий до 0,5 мкг/м ³ , обычно 0,02—0,05 мкг/м ³ ; в городах от 0,02 до 370 мкг/м ³ , а вдали от них от 0,004 до 0,026 мкг/м ³	с водой (ПДК 0,01 мг/л), пищей, воздухом	протеинурия, почечные болезни, итай-итай, остеопороз, рак предстательной железы
Кварц	горнодобывающая, металлургическая, стекольная промышленность	кварцевая пыль в воздухе предприятий	с воздухом	силикоз
Кобальт	почва, вода	иногда добавляется к пиву, содержится в воздухе и сточных водах, загрязняет некоторые пищевые продукты	с воздухом, водой, пищей (с пивом)	интоксикация, полицитемия, гиперлипемия, гипертиреоз, сердечная недостаточность, легочный пневмокониоз

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
Марганец	выплавка металлов, удобрений, жидкое топливо	накапливается в воздухе близ производства и в некоторых предметах: линолеум, спички, пиротехнические изделия; в воздухе городов до 10 мкг/м ³	с воздухом	прогрессирующее поражение центральной нервной системы, летаргия, синдром Паркинсона, пневмония
Медь	медные промышленные продукты, почва	в латунных электротехнических изделиях, посуде, химкатах, красителях	с водой и пищей	интоксикация, анемия, гепатиты
Микотоксины	патогенные грибки на растительной продукции	в ряде пищевых продуктов до 1,7 мг/кг афлатоксина	с пищей	интоксикация, рак печени
Молибден	почва, природные воды, выплавка металлов	в сплавах, красителях, стеклах, смазках, много в почве некоторых районов	с воздухом (ПДК 4—5 мг/м ³), пищей, водой	нарушение центральной нервной системы, эндемическая атаксия, подагра
Мышьяк	промышленное производство, пестициды	протравленное зерно, обработанная гербицидами почва; креветки накапливают от 42 до 174 мг/кг; в пиве иногда до 15 мг/л; в воздухе городов до 0,02 мкг/м ³ , но выше близ источников выброса	с водой (ПДК 0,05 мг/л), пищей, пивом	интоксикация; рак легких и кожи; при хронических отравлениях диарея, нарушения функций желудка, периферические невриты, кожные язвы, гиперкератоз и меланоз кожи

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
Никель	промышленное производство, никелирование изделий	накапливается в морских организмах, в никелированной посуде; в воде 1—70 мкг/л	с воздухом, пищей	бронхиальный рак, дерматиты, интоксикация, аллергия
Нитраты и нитриты	удобрения, отходы животноводства	в водах обычно до 10 мг/л, в воздухе до 1—40 мкг/м ³ ; в почвенных водах иногда более 300 мг/л	с водой (ПДК 45 мг/л), пищей	метагемоглобинемия
Нитрозосоединения	удобрения, пестициды, пищевые добавки	в обработанных нитритами мясных продуктах, в рыбных продуктах	с водой, пищей	рак, мутагенное и тератогенное действие
Озон и фотохимические оксиданты	бензokolоники и выхлопные газы автомобилей	много в воздухе больших городов с интенсивным автомобильным движением; при смоге в Лос-Анджелесе до 1000—1700 мкг/м ³	с воздухом (ПДК 0,1—0,2 мг/м ³)	раздражение слизистых оболочек глаз, носа, горла; астма, углубление хронических легочных болезней; снижение устойчивости к патогенным микробам
Окислы азота	двигатели внутреннего сгорания	много в воздухе больших городов с интенсивным транспортным движением	с воздухом	интоксикация, респираторные заболевания
Окись углерода	сжигание органического топлива, металлургия, сигаретный дым, домашние печи	в сигаретном дыму до 4%, много в выхлопных газах автомобилей, в плохо топленных печах	с воздухом (ПДК 20—55 мг/м ³)	инактивация гемоглобина, расстройства центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, артериосклероз, тератогенное действие

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
Олово	лужение консервных банок, вытравка цветных металлов	в почве 2—200 ppm, в воздухе менее 0,01 мкг/м ³ , в воде очень мало; наибольшее количество в консервных банках	с пищей, напитками	интоксикация, расстройство центральной нервной системы
Органические растворители	химическая промышленность	в воздухе близ производственных предприятий	с воздухом	интоксикация
Полихлорированные бифенилы	пластификаторы, диэлектрики, смазки и другие синтетические продукты	накапливаются в водных организмах, в питьевой воде обычно следы	с пищей	интоксикация, «масляная болезнь Юто», поражение печени и ферментных систем
Радионуклиды ²²⁶ Ra, ²²⁸ Rn, ²³² Th, ²³⁸ U, ⁹⁰ Sr, ¹³¹ I, ¹³⁷ Cs	предприятия по добыче, переработке, обогащению, ядерные взрывы; АЭС при авариях; захоронения отходов	в водах рек обычно 0,01—0,6 пикокюри/л, а в некоторых источниках до 139 и даже 300 000 пикокюри/л; накапливаются в некоторых устрицах и рыбах; концентрируются в почвах из радиоактивных осадков	с водой, пищей, воздухом	радиационные поражения; мутагенное и канцерогенное действие
Ртуть	добыча и производство, пестициды, сжигание органического топлива	обычно в воздухе до 0,05 мкг/м ³ , в пресных водах до 0,2 мкг/л, в морской воде до 0,3 мкг/л; при загрязнении в воде до 5 мкг, а в пунктах сброса — до 50	с водой (ПДК 0,001 мг/л), воздухом (пары ртути), пищей (ПДК 0,3 мг в неделю)	интоксикация, болезнь Минамата, параличи и психическая неполноценность новорожденных

Продолжение табл. 12

1	2	3	4	5
Свинец	выплавка металлов, пестициды, красители, пластмассы, глазированная посуда, двигатели внутреннего сгорания, придорожная пыль, почва вокруг предприятий	обычно в воде до 10 мг/л, но местами достигает 3000 мкг/л; морская вода содержит 7 мкг/л, а осадки дна до 3000 мкг/л, рыба содержит до 1,5 мкг/г, а моллюски до 480 мкг/г; в воздухе городов 2—4 мкг/м ³ , а вдали от них до 0,2 мкг/м ³ , в целинных почвах 8—20 мкг/кг, а в культурных до 300 мкг/кг	с воздухом (ПДК 0,01—0,02 мг/м ³), водой (ПДК 0,1 мг/л), пищей	интоксикация, острая энцефалопатия детей, поражение центральной нервной системы, печени, почек, мозга, половых органов
Селен	морские отложения, вода	обычно в воде 3—5 мкг/л, а близ месторождения до 50—300 мкг/л	с водой (ПДК 0,01 мг/л)	кишечные нарушения, дерматиты, селеноз, артриты
Сернистый газ	сжигание органического топлива	обычно в воздухе менее 1 ррп	с воздухом (ПДК 10—13 мг/м ³)	респираторные заболевания
Сероводород	химическая, металлургическая, целлюлозно-бумажная промышленность	запах обнаруживается при концентрациях порядка 0,04—0,1 ррп	с воздухом (ПДК 10—14 мг/м ³)	интоксикация
Стронций	почва, природные воды	концентрируется в почвах, в карбонатных геохимических барьерах	с водой, пищей	нарушения роста, формирование костей, урсовая болезнь
Сурьма	промышленные металлы, безопасные спички	загрязняет через контейнеры некоторые пищевые продукты	с пищей	интоксикация

1	2	3	4	5
Фосфорорганические соединения	пестициды	остаточные количества (до 0,001 мг/кг) в продуктах питания	с пищей	интоксикация
Фтор	природные воды, алюминиевая и силикатная промышленность, удобрения	в воздухе городов от 0,05 до 2 мкг/м ³ , а вдали от них до 0,1 мкг/м ³ ; в воде обычно более 0,5 мг/л, а местами более 1,5 мг/л	с водой, воздухом	флюороз, зубные и костные болезни; при недостатке — зубные болезни
Хром	химическая промышленность	в сплавах, красителях, дубителях, огнеупорном кирпиче	с воздухом	бронхиальный рак
Цианиды	химическая промышленность, пестициды, биометаллизм	загрязняет некоторые пищевые продукты	с водой (ПДК 0,05 мг/л)	интоксикация
Цинк	вылавка цветных металлов	в оцинкованной посуде, в воздухе предприятий	с воздухом (ПДК 5 мг/м ³)	интоксикация
Цирконий	добыча и переработка руды	в воздухе предприятий	с воздухом (ПДК 5 мг/м ³)	интоксикация

ганизациями ряда стран, в том числе списки, имеющие характер официальных государственных или международных нормативов, включают многие тысячи названий разных веществ. В нашей таблице приводятся характеристики наиболее важных и широко распространенных токсикантов.

Оздоровление окружающей среды

Как вытекает из предыдущего изложения, оздоровление окружающей среды, недопущение ее ухудшения представляет собой весьма сложную комплексную и многоплановую проблему, включающую как научно-технические, так и социально-экономические и политические аспекты.

Во-первых, совершенно очевидно, что здоровая окружающая среда не может быть создана в «больном» обществе, какие бы меры ни принимались по охране природы и улучшению медицинского обслуживания населения.

Социальное и экономическое благополучие населения служит пререквизитом любых мероприятий по оздоровлению окружающей среды. Прежде всего необходима здоровая социальная среда, которая влечет за собой и оздоровление физической окружающей среды как необходимое и неизбежное следствие общей политики социально-экономического развития. Примером тому служит социально-экономическое развитие в СССР и других социалистических странах, где оздоровлению среды в целом, ее социальных и физических компонентов уделяется много внимания. Один пример: последнее время врачи утверждают, что многие болезни нашего времени связаны с уменьшением подвижности и физической нагрузки современного человека, особенно городских жителей. В нашей стране принято специальное постановление ЦК КПСС и Совета Министров «О дальнейшем подъеме массовости физической культуры и спорта» (1981 г.). На это же направлено и бесчисленное количество других социальных мероприятий в СССР: охрана здоровья детей и матерей; санитарно-курортное лечение; оздоровление среды на предприятиях; массовые медицинские обследования населения и диспансеризации; создание зеленых зон вокруг городов; развитие массо-

вого туризма; озеленение городов; создание многочисленных спортивных обществ; массовая пропаганда спорта, физкультуры и туризма; создание спортплощадок и стадионов в жилых районах; создание загородных баз и мест отдыха; организация еженедельного отдыха трудящихся и т. д.

Оздоровление окружающей среды требует одновременного и непрерывного контроля следующих параметров антропосферы:

- Социальные параметры
 - занятость трудоспособного населения в общественном производстве
 - рациональная демография населения
 - миграционные процессы
 - обеспеченность жилищными условиями
 - обеспеченность жилья санитарными условиями
 - охрана труда и техника безопасности на производстве
 - производственный и транспортный травматизм
 - организация отдыха населения
 - охрана детства и материнства
 - организация питания населения, включая общественное питание
 - занятие населения физкультурой и спортом.
- Физические параметры
 - климат
 - радиация
- Химические и биологические параметры
 - качество пищевых продуктов
 - качество питьевой воды
 - загрязнение поверхностных вод
 - загрязнение атмосферного воздуха
 - загрязнение почвы
 - переносчики болезней.
- Стихийные бедствия и катастрофы
 - природные (землетрясения, наводнения, цунами и т. п.)
 - связанные с производством, строительством, бытом.

Здоровье человека — функция многих переменных, в частности и перечисленных выше параметров. Поэтому оздоровление окружающей среды и организация общественного здравоохранения тесно связаны между собой.

После второй мировой войны особенное беспокойство стал вызывать возможный рост радиоактивности окружающей среды, как в связи с мирным использованием атомной энергии и радиоизотопов, так и особенно в связи с производством и возможным использованием ядерного оружия. Контроль над уровнем радиации ведется как на международном, так и на национальном уровнях. Организованы два вида контроля: глобальный

(национальный) и в пределах определенной зоны непосредственно на соответствующих предприятиях и вокруг них. На международном уровне в рамках ООН создан ряд организаций, призванных в международном масштабе вести работу по изучению возможных неблагоприятных последствий радиации и ее контроля: 1) МАГАТЭ — Международное агентство по атомной энергии; 2) ЮНСЕАР — Научный комитет ООН по действию атомной радиации; 3) МКРЕ — Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям; 4) МКРЗ — Международная комиссия по радиационной защите; 5) ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения. Эти организации разработали систему мер и стандартов по радиационной защите населения, успешно применяемую во всех странах мира. Главный контроль осуществляется, естественно, на национальном уровне в заинтересованных странах.

Огромную роль в оздоровлении окружающей среды играют организованные в большинстве стран мира эпидемиологические исследования — систематическое изучение состояния здоровья определенных контингентов населения и факторов, влияющих на состояние здоровья. В частности, именно эпидемиологические исследования привели к принятию законодательств и стандартов по охране атмосферного воздуха, воды, пищевых продуктов. Эпидемиология вносит существенный вклад в контроль состояния окружающей среды в целом, давая материал для суждений о степени влияния того или иного агента среды на здоровье людей. В своей работе эпидемиологи опираются на ряд показателей состояния здоровья людей, включая данные текущей статистики по заболеваемости, смертности, рождаемости, долготе жизни (ВОЗ, 1974).

Исторические показатели (свидетельствующие об экзогенных воздействиях в прошлом) — смертность и заболеваемость:

новообразования, включая новообразования легких, печени, мочевого пузыря и костного мозга (лейкемия);

расстройства неврологического, психического характера и расстройство поведения, включая алкоголизм, лекарственную зависимость, наркоманию;

нарушения кровообращения, в частности ишемическая болезнь сердца, атеросклероз и легочная гипертония;

болезни органов дыхания, в частности астма, бронхит, эмфизема, пневмония;

болезни органов пищеварения, цирроз печени;

болезни почек, в частности нефрит и нефроз.

Промежуточные показатели (указывающие на изменения промежуточного характера в прошлом):

осложнения беременности, родов, послеродового и грудного возраста детей.

Показатели текущего момента (определяющиеся недавними событиями):

физиологические (рост, вес, сила, время реакции, состав крови, кариотип, хромосомные нарушения);

демографические (краткосрочные показатели смертности, специфической заболеваемости, включая инфекционные болезни и нарушения органов дыхания, сердечно-сосудистой и нервной систем);

несчастные случаи, отравления.

Наиболее существенную роль мероприятия по оздоровлению окружающей среды играют в контроле инфекционных и связанных с загрязнениями среды заболеваний. Надзор и контроль за инфекционными заболеваниями являются неотъемлемой частью контроля состояния окружающей среды. Сооружение плотин, водохранилищ, оросительных систем может привести к распространению шистосомиазиса, малярии, онхоцеркоза. Загрязнение водоемов нитратами способствует распространению метагемоглобинемии. Общее загрязнение сточными водами, особенно коммунальными, водных источников приводит к распространению холеры, трахомы, амебиазиса. Такие болезни, как чума, холера, желтая лихорадка, оспа, вирусный грипп, паралитический полиомиелит, сыпной тиф, малярия, возвратный тиф, подлежат международному контролю; обо всех случаях таких заболеваний сообщения должны передаваться в ВОЗ для принятия соответствующих международных и национальных карантинных и других мер, препятствующих распространению инфекции. Существующие санитарно-эпидемиологические службы обеспечивают необходимую чистоту окружающей среды в этом отношении, эффективность чего полностью определяется социально-экономическими факторами. Если даже санитарно-эпидемиологическая инспекция вскрыла факт опасного загрязнения среды, то это еще не означает, что оно будет ликвидировано (например, случай, болез-

ни Минамата в Японии, вызванной ртутным загрязнением, когда для принятия радикальных мер понадобилось около десяти лет). Известно, что открытая канализация — опасный рассадник инфекционных заболеваний, однако она существует во многих больших и малых городах развивающихся стран мира. Известно, как бороться с шистосомиазисом, но болезнь распространяется, угрожая здоровью и жизни сотен миллионов людей. Известно, какие последствия для здоровья имеет недостаточное питание, но плохо питается каждый четвертый человек на земле, если не каждый третий. Таким образом, оздоровление окружающей среды человека — это прежде всего социально-экономическая проблема, решение которой возможно лишь в рамках общего социально-экономического прогресса человеческого общества. В обществе, построенном на принципах частной собственности и угнетении одних классов людей другими, коренное оздоровление окружающей среды невозможно, хотя отдельные его элементы и могут иметь место в ходе исторического развития стран и народов. Только при социализме возможна всеобъемлющая система мер, направленная на оздоровление окружающей среды в целом.

Образ жизни человека определяет состояние его здоровья, а характер общественной организации людей определяет состояние здоровья общества в целом. Чем лучше в социальном отношении устроено общество, тем больше у него возможностей для обеспечения здоровья среды, в которой оно живет, тем больше внимания и средств оно уделяет общественному здравоохранению. Единственной из существующих в наше время общественно-экономических формаций, которая последовательно и целеустремленно заботится о здоровье членов всего общества, является социализм. В нашей стране наиболее важная задача — забота о здоровье советских людей. С этой целью осуществляется широкая программа, направленная на предупреждение и решительное сокращение болезней, ликвидацию массовых инфекционных заболеваний, на дальнейшее увеличение продолжительности жизни. Эта программа — не декларация, а реальная государственная политика, последовательно проводимая в жизнь. За годы Советской власти в СССР резко снизилась общая смертность, особенно среди детей, увеличилась средняя продолжительность жизни, ликви-

дированы многие инфекционные заболевания, свирепствовавшие в царской России. Социальные и экономические преобразования, проведенные в СССР, — основа эффективной государственной системы здравоохранения и общего оздоровления окружающей среды.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Каким образом качество окружающей среды отражается на здоровье человека?
2. Какие компоненты и факторы окружающей среды непосредственно влияют на здоровье человека?
3. Приведите примеры влияния климата, состава атмосферного воздуха, питьевой воды на здоровье человека.
4. Приведите примеры влияния социальных факторов на здоровье людей
5. В чем проявляется влияние жилищных условий на здоровье людей?
6. Какое влияние на здоровье людей оказывают миграционные процессы? Переселение больших групп людей? Транспортные коммуникации?
7. Как качество пищи отражается на здоровье людей?
8. Что такое биогеохимические провинция? Техногенные аномалии?
9. Как связаны инфекционные болезни человека с окружающей средой? Приведите примеры (шистосомиазис, холера, малярия и др.).
10. Какие заболевания человека связаны с загрязнением воды, воздуха, почвы тяжелыми металлами?
11. В чем опасность самолечения промышленными медикаментами?
12. Какие последствия для здоровья людей имеет развитие транспорта? Какова роль автомобилей двигателями внутреннего сгорания?

ЧАСТЬ II

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Глава 5 ПРОБЛЕМА НАСЕЛЕНИЯ И ПОСЕЛЕНИЙ

Демография планеты

Демографическая проблема, если понимать под ней просто перенаселенность, в целом для земного шара не существует. Однако в ряде регионов мира сложилась напряженная демографическая ситуация в национальных рамках ряда стран либо в локальном масштабе отдельных городов, провинций, районов, причем характер демографических проблем в разных точках планеты весьма существенно различен.

В последние годы много писалось, особенно в популярной прессе западных стран, о «демографическом взрыве», ускорении и геометрической прогрессии роста населения планеты, о грозящей в ближайшем будущем катастрофической перенаселенности. Аляристские настроения были вызваны картиной прогрессивного роста человечества за последние 100—150 лет (рис. 19) и существенным изменением демографической динамики после второй мировой войны — резким уменьшением смертности при сохранении рождаемости людей.

Действительно, рост народонаселения Земли за последние полтора столетия оказался беспрецедентным в истории человечества: число людей удвоилось за 100 лет с 1830 г. по 1930 г., затем еще удвоилось за 50 лет с 1930 г. по 1980 г., а согласно некоторым прогнозам должно еще раз удвоиться за 25 лет с 1980 г. по 2005 г. Предполагается, что к 2000-му г. население Земли может достигнуть 7,5 млрд. человек, а к 2005 г. — 8 млрд. человек. Соответственно растет и плотность населения (рис. 20).

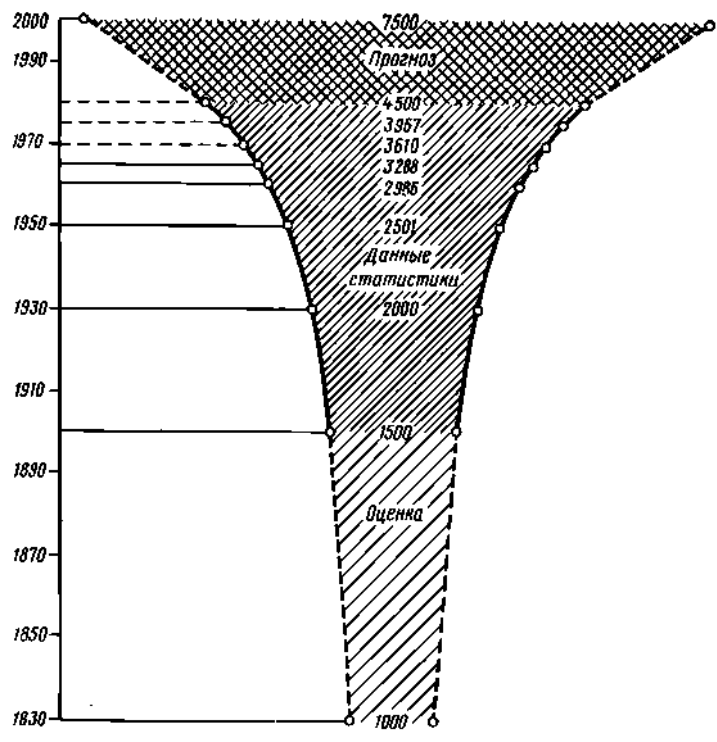


Рис. 19. Рост населения планеты в XIX и XX вв. в млн. человек (по данным разных источников, включая статистические ежегодники ООН)

Однако этот прогноз роста населения планеты является явно «оптимистическим». Он не учитывает многих новых социальных моментов нашего времени, которые должны сыграть существенную роль в демографическом росте. Во-первых, уже отмечается некоторое снижение темпов прироста, которые вызвали столь большое беспокойство в 1960—1970-х годах. Во-вторых, все большее влияние на снижение темпов прироста будут оказывать такие факторы, как ускоренная урбанизация, повышение уровня образования, рост занятости женщин в общественном производстве, широкая кампания против ранних браков и за планирование семьи, включая государственную политику в этой области. Согласно последним прогнозам экспертов ООН, численность насе-

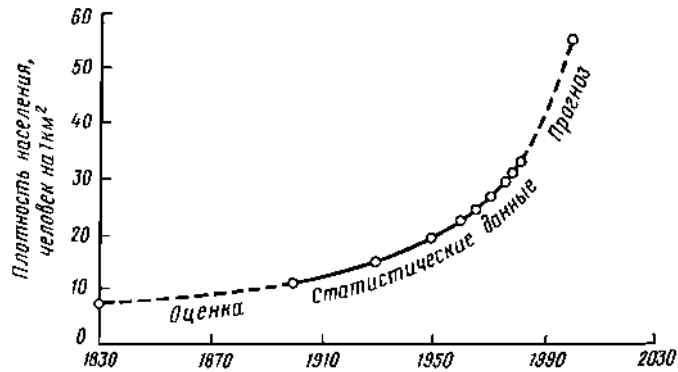


Рис. 20. Рост плотности населения мира

ления Земли к 2000-му году должна составить: 5,8 млрд. по низшему варианту прогноза, 6,3 млрд. — среднему и 6,6 млрд. — по высшему. С. И. Брук (1981) приводит еще более низкие цифры: 5,5—5,8 млрд. человек.

Прогнозировать сейчас рост народонаселения за пределами XX в. очень трудно, если не невозможно, имея в виду крайнюю изменчивость нашего времени. По мнению большинства советских ученых, население планеты достигнет в середине XXI в. примерно 9 млрд. а к концу столетия — 11—12 млрд. человек. На этом уровне можно ожидать полную остановку или лишь незначительный рост населения. Близкий прогноз (10,5 млрд. человек к 2110-му году и стабилизация на этом уровне) дает и Фонд ООН для деятельности в области народонаселения (1982 г.). Однако некоторые ученые прогнозируют и более высокий рост. В любом случае есть серьезные основания сомневаться в том, что правильная геометрическая прогрессия будет выдерживаться и далее. Скорее она не будет выдержана. Очень уместно в этой связи привести высказывание Ф. Энгельса: «...если когда-нибудь коммунистическое общество вынуждено будет регулировать производство людей, так же как оно к тому времени уже урегулирует производство вещей, то именно оно сможет выполнить это без затруднений»¹.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 35, с. 124.

Таблица 13

**Распределение населения мира по континентам
(данные Статистического ежегодника ООН за 1978 г., Брук, 1981)**

Континенты, страны	Население, млн. человек										Плотность населения в 1978 г.	% городского населения в 1978 г.
	1950	1960	1965	1970	1975	1976	1978	1980	Годовой прирост населения с 1950 по 1978 г., %	Площадь поверхности, тыс. км ²		
	1950	1960	1965	1970	1975	1976	1978	1980				
Мир в целом	2501	2986	3288	3610	3967	4044	4260	4394 ¹	1,8	135 896	31,3	39
СССР	182	214	231	242	253	258	262	266	1,4	22 402	11,8	62
Африка	219	273	309	352	401	412	445	468	2,5	30 297	15	26
Америка	330	415	461	509	561	572	586	607	2,1	42 054	14	66
Северная Америка	166	199	214	226	237	239	242	246	1,4	19 339	12	75
Латинская Америка	164	216	247	283	324	333	344	361	2,4	22 715	16	55
Азия (без СССР)	1368	1644	1824	2027	2256	2304	2465	2547	2,1	27 695	89	27
Индия	—	—	—	—	—	—	638	663	2,1	3 288	194	21
Китай ²	675	788	854	926	1006	1021	969	990	2,0	9 597	101	25
Япония	84	94	99	104	111	112	115	117	1,1	372	309	76
Европа (без СССР)	392	425	445	459	473	476	480	484	0,7	4 937	97	65
Австралия и Океания	12,6	15,8	17,5	19,3	21,7	22,2	22,6	22,6	2,1	8 511	2,6	74

¹ В начале 1982 г. население мира достигло 4,6 млрд. человек.

² Данные с 1950 по 1976 г. из «Статистического ежегодника ООН», за 1978 и 1980 гг. — С. И. Брука.

В разных регионах мира демографическая ситуация существенно различна (табл. 13).

Самый населенный континент — Азия, население которой составляет более половины всего человечества, а среди населения Азии две трети составляют жители Китая и Индии (в 1982 г. население Китая достигло 1 млрд., а Индии — 700 млн. человек). Наибольшая плотность населения в Европе, плотность населения Азии приближается к ней. Наименее населенный и наименее скученный континент — Австралия (мы не говорим об Антарктиде, где нет коренного населения). Наибольшие темпы роста населения характерны для Африки и Латинской Америки, наименьшие — для Европы.

Надо иметь в виду, что усредненные по континентам или даже по странам показатели не дают истинной демографической картины мира в смысле антропогенного давления на природную окружающую среду. Например, в Египте 95% населения сосредоточено всего лишь на 5% территории страны в долине Нила и вдоль Средиземноморского побережья к востоку от Александрии, остальная территория — пустыня с редкими малонаселенными оазисами; значительная часть населения Алжира, Марокко, Туниса, Ливии живет на узкой полосе Средиземноморского побережья; почти свободны от населения пустыни Австралии, занимающие две трети площади континента. Такая же картина может вскрыться буквально для каждой страны, включая центры концентрации населения в густонаселенных Китае, Бангладеш, Индии (объединенная дельта Янцзы и Хуанхе, Индо-Гангская равнина, долины Инда, Ганга, Брахмапутры).

Демографическая неравномерность характерна и для Советского Союза (табл. 14), где плотность населения колеблется от 0,02 (Эвенкийский АО) — 0,05 (Таймырский АО) до 117 (Молдавия) — 118 (Аджария) человек на 1 км². Общая плотность населения европейской части СССР превышает 35 человек на 1 км², а в азиатской — лишь 3 человека.

Демографическая неравномерность планеты определяется комплексом природных и исторических факторов, причем среди природных факторов ведущее значение имеют климат и почвенный покров: наименьшая плотность населения в экстремально холодных, жарких и аридных районах, большая плотность в мягких умерен-

Таблица 14

Распределение населения СССР по республикам на 17 января 1979 г.
(Брук, 1981)

Республика	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. чел.	Плотность населения на 1 км ²	Процент городского населения
СССР	22402,2	262 436	11,8	62
Азербайджанская ССР	86,6	6 028	69,6	53
Армянская ССР	29,8	3 031	101,7	66
Белорусская ССР	207,6	9 560	46,0	55
Грузинская ССР	69,7	5 015	72,0	52
Казахская ССР	2717,3	14 684	5,4	54
Киргизская ССР	198,5	3 529	17,8	39
Латвийская ССР	63,7	2 521	39,6	68
Литовская ССР	65,2	3 398	52,1	61
Молдавская ССР	33,7	3 947	117,2	39
РСФСР	17075,4	137 551	8,1	69
Таджикская ССР	143,1	3 801	26,6	35
Туркменская ССР	488,1	2 759	5,7	48
Узбекская ССР	447,4	15 391	34,4	41
Украинская ССР	603,7	49 755	82,4	61
Эстонская ССР	45,1	1 466	32,5	70

ных районах и наибольшая плотность населения в долинах и дельтах великих рек мира с их плодородными почвами — Нил, Тигр, Евфрат, Сырдарья, Амударья, Ганг, Инд, Янцзы, Хуанхэ, Днепр, Дон, Волга, Дунай.

Во всех мероприятиях по управлению окружающей средой необходимо иметь в виду, что прирост населения и рост его плотности пропорциональны его численности в данном месте в данный момент, хотя социальные факторы и вносят существенные коррективы в эту пропорциональность.

Необходимо принять в расчет и прямую зависимость давления человека на окружающую среду от плотности населения, но с коррективами на социально-экономические факторы.

Итак, антропогенное давление на окружающую среду растет в геометрической прогрессии в соответствии с ростом численности и плотности населения. Именно в этом состоит сущность демографической проблемы второй половины XX в. Связь антропогенного давления не простая, а опосредствована через социально-экономические условия и свойства самой среды.

Примеры, подтверждающие эти положения, следующие: 1) очень высокая плотность населения Европы, Японии не привела за историческое время к разрушению и исчезновению природных ландшафтов (достаточно попутешествовать по этим странам и полюбоваться их прекрасными ландшафтами); в то же время при малой плотности населения огромные площади тропических вечнозеленых лесов Африки были превращены во вторичные саванны (тропический лес практически не восстанавливается после вырубki), а полупустынные пастбища — в пустыни. Таким образом, существенное значение имеет устойчивость природной среды к антропогенному воздействию (ландшафты тропических вечнозеленых лесов, тундр, полупустынь, пустынь отличаются крайне низкой устойчивостью), с одной стороны, а с другой — характер давления человека на природную среду (не забудем, что социальное и экономическое развитие Европы и Японии шло преимущественно за счет импорта ресурсов из других регионов мира, в то время как Африка не только развивалась за счет своих ресурсов, но и экспортировала существенную их часть путем колониального ограбления); 2) Африка голодает при плотности населения 15 человек на 1 км², Европа питается обильно и даже переедает при плотности 97 человек на 1 км².

Рост населения сам по себе, каким бы быстрым он ни был (в обозреваемой перспективе), не влечет за собой прямой угрозы окружающей природной среде в целом, если он не сопровождается отрицательными социально-экономическими факторами. В последнем случае непосредственная угроза существует, и история человечества имеет тому достаточно примеров. Соответственно в ряде стран мира со слабой экономической базой и невысоким уровнем социального развития возникла необходимость регулирования численности населения и осуществления политики, направленной на снижение темпов роста (Китай, Индия и др.).

В конце XVIII в. английский священник Мальтус выступил с реакционной теорией абсолютного перенаселения, согласно которой население будто бы растет в геометрической прогрессии, а средства существования — в арифметической. Опираясь на этот вымышленный «закон», последователи Мальтуса — мальтузианцы — до сих пор пытаются доказать, что в нищете и

бедности народов повинна не социальная и экономическая несправедливость, а непреложные законы природы и сами бедняки, размножающиеся слишком интенсивно, а войны, эпидемии, стихийные бедствия являются «благом», регулирующим соотношение между населением и количеством средств существования. Отсюда и современные идеи о «нулевом росте», о насильственном прекращении роста населения развивающихся стран и т. п.

Мальтузианство было разоблачено классиками марксизма-ленинизма, показавшими его научную несостоятельность. В наше время достаточно сказать, что темп годового роста производства продовольствия в мире составляет примерно 2,7%, т. е. выше, чем темп роста народонаселения (1,8—1,9%); одновременно растет и производство материальных благ на душу населения, в том числе и производство продовольствия (табл. 15).

Таблица 15

Рост производства продовольствия в мире в 1961—1975 гг.
(Всемирная конференция по продовольствию, Рим, 1974 г.)

Страны	Общее производство продовольствия, % к уровню 1961—1965 гг.					Производство продовольствия на душу населения, % к уровню 1961—1965 гг.				
	1969	1970	1971	1972	1973	1969	1970	1971	1972	1973
Мир в целом	118	122	126	127	131	105	106	108	106	108
Социалистические страны	123	130	132	133	148	116	121	123	122	134
Капиталистические страны	116	116	123	122	126	109	108	114	112	114
Развивающиеся страны	118	123	125	125	129	103	105	104	101	102

Проблема урбанизации и крупных городов

Рост городов и доли городского населения в современном человечестве — характерное демографическое и социально-экономическое явление XX в., особенно его второй половины. Если в начале века городские жители составляли всего около 10% общего населения мира, то к 1980 г. эта доля выросла до 40%, а в ряде регионов почти до 75% (Австралия, США, Канада). Предполагается, что к концу нашего столетия половина всего

населения Земли будет жить в городах, а число городских жителей возрастет вдвое (рис. 21). Важно при этом отметить, что число городских жителей растет как относительно, так и абсолютно: с 1950 по 1978 г. их доля в общем населении мира выросла с 28 до 39%, а общее число — с 691 млн. до 1652 млн. человек, т. е. в 2,4 раза (Брук, 1981).

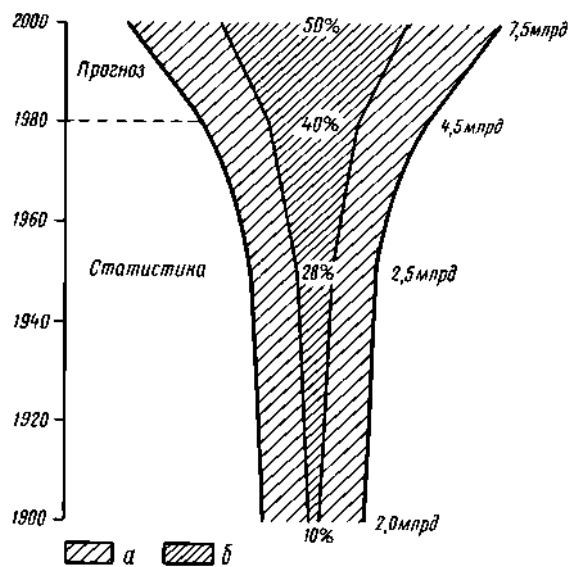


Рис 21. Изменение соотношения сельских (а) и городских (б) жителей в XX в. в связи с общим ростом населения мира

Естественно, темпы урбанизации существенно различны в разных странах. Особенно велики они сейчас в развивающихся странах, поскольку промышленно развитые страны к нашему времени уже достигли если не предела, то по крайней мере очень высокого процента городского населения.

Важную особенность современного процесса урбанизации составляет рост крупных (с населением более 100 000 человек) и наиболее крупных (с населением более 1 млн. человек) городов. Если в начале века было только 360 городов с населением более 100 000 человек, то в середине века их стало около 1000, а еще

через 25 лет — более 2000. В 1900 г. в мире было всего 10 городов с населением более 1 млн. человек, в 1955 г. — 61, в начале 1960-х годов — 102, а в середине 1970-х — 180, (рис 22), к 1985 г. по прогнозам их число должно

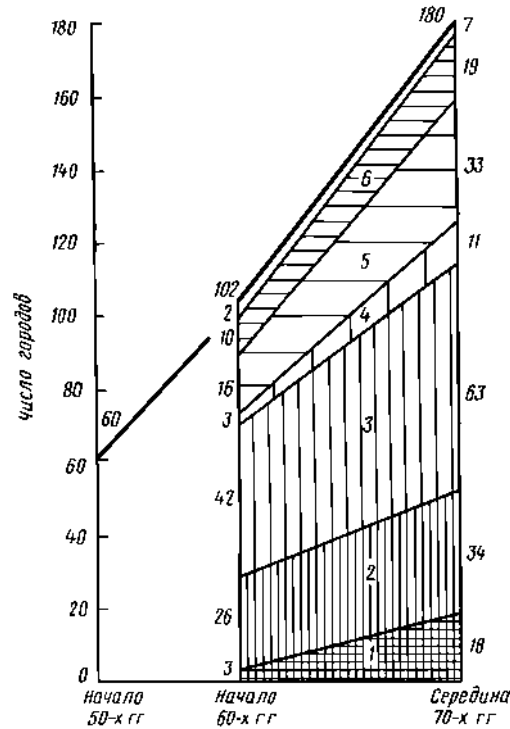


Рис 22. Рост числа городов в мире с населением более 1 млн. человек (по данным Брук, 1981).
 1 — СССР, 2 — Европа (без СССР), 3 — Азия (без СССР); 4 — Африка, 5 — Северная Америка (США и Канада), 6 — Латинская Америка, 7 — Австралия и Океания

вырасти до 270, а к 2000 г. — до 400. Появились гигантские города-агломераты, постепенно сливающиеся в единый мегаполис (Токио—Нагойя—Осака—Кобе с населением около 60 млн. человек, Вашингтон — Бостон и др.). К концу столетия в таких городах, вероятно, будет сосредоточено около 25% всего населения планеты и около 50% всех городских жителей. Двадцать

наиболее крупных городов мира на сегодняшний день имеют население (вместе с пригородами) более 5 млн. человек:

Нью-Йорк	16,679 (1975)	Калькутта	8,000 (1978)
Мехико	11,943 (1976)	Чикаго	7,658 (1975)
Токио	11,536 (1978)	Бомбей	7,600 (1978)
Шанхай	10,820 (1970)	Сеул	7,500 (1977)
Лос-Анджелес	10,350 (1975)	Лондон	7,028 (1976)
Париж	9,863 (1975)	Каир	6,757 (1976)
Пекин	8,490 (1978)	Джакарта	6,500 (1977)
Буэнос-Айрес	8,436 (1975)	Манила	5,800 (1976)
Сан-Паулу	8,137 (1977)	Филадельфия	5,643 (1975)
Москва	8,011 (1979)	Рио-де-Жанейро	5,200 (1977)

Ускоренная урбанизация в XX в. — прямое следствие научно-технической революции и прогресса индустриализации. В ряде развивающихся стран к этим факторам во второй половине нашего столетия добавились еще два: 1) в связи с широким распространением гражданских войн и нестабильным политическим положением более безопасная жизнь в городах и вокруг них под защитой армии и государственной полиции; 2) растущее обнищание деревни и более высокий уровень жизни в городах, пропасть между которыми все более расширяется.

С точки зрения окружающей человека среды современный большой город — мегаполис — очень сложная экосистема, специфика которой определяется не только высокой концентрацией большого количества людей на ограниченном пространстве, но и концентрацией на том же пространстве промышленного производства и производства услуг, а также транспортных средств, включая автотранспорт. Все это приводит к росту антропогенной нагрузки на природную среду и усиливает ее загрязнение; растет и напряженность социально-экономической окружающей среды. Отсюда проблемы современного крупного города, в некоторых случаях достигшие кризисных ситуаций (Нью-Йорк, Токио, Лондон, Лос-Анджелес, Мехико, Бангкок, Шанхай, Сянган, Манила и др.).

Рассматривая проблемы современного крупного города как среды обитания человека, необходимо иметь в виду их различное проявление в разных социально-экономических условиях: одно дело — проблемы Нью-Йорка с его экономическим банкротством, другое — проблемы развития Москвы или Будапешта; одно де-

ло — плановая социалистическая урбанизация, обусловленная потребностями социально-экономического развития, другое — стихийная капиталистическая урбанизация или вынужденная урбанизация большинства развивающихся стран. Поэтому целесообразно рассматривать проблемы крупных городов трех главных социальных систем мира — социалистической, капиталистической и развивающихся стран — отдельно, хотя имеются и некоторые общие проблемы крупного города в целом.

Рассмотрим кратко общие экологические проблемы крупных городов и их специфику в разных социальных условиях.

Во-первых, современный крупный промышленный город — это своеобразная биогеохимическая провинция (техногенная геохимическая аномалия) с высокой концентрацией специфической ассоциации химических элементов, включающей свинец, золото, цинк, медь, никель, сурьму, серебро, хром, ванадий, олово, кадмий, мышьяк, бор. Предприятия цветной металлургии загрязняют среду свинцом, цинком, медью, кадмием, серебром, селеном, фтором, молибденом; предприятия черной металлургии выбрасывают большое количество марганца, никеля, ванадия; приборостроительные — хром, кадмий, свинец, висмут, никель; шинные предприятия — сурьму, мышьяк, цинк, медь, свинец; теплоэнергетические установки — ртуть, мышьяк, ванадий, молибден, цинк; производство красителей — цинк, сурьму, кадмий, медь, свинец и т. д. Площади техногенных аномалий весьма значительны: вокруг крупного металлургического завода в радиусе до 30—45 км, вокруг коксохимического завода — 15 км, вокруг небольшой ТЭЦ — 8 км. Вокруг каждого источника загрязнений образуются зоны повышенной концентрации в среде соответствующих элементов — техногенные ореолы рассеивания, размер и форма которых определяются розой ветров данного места и другими физическими факторами.

Во-вторых, атмосферный воздух в городах существенно отличается от природного: он беднее кислородом, богаче углекислотой, содержит ряд техногенных примесей, прежде всего выбрасываемых автотранспортом: окись углерода, окислы азота, углеводороды, продукты их взаимодействия — фотохимические оксиданты, свинец, хлор, бром, окислы серы. Существенно повышено в городах запыление атмосферы: если в нормальных

условиях вдали от городов на поверхности почвы выпадает 5—15 кг пыли на 1 км²/сут, то в городах — 500—1500 кг/см². В Париже годовое запыление составляет 260 т/км², а в Нью-Йорке — 300 т/км².

Поскольку питание жителей городов почти на сто процентов экзогенное, а водоснабжение, как правило, централизованное водопроводное и тоже экзогенное, то загрязненный воздух служит основным проводником чужеродных веществ, поступающих в организм человека.

Климат города значительно теплее окружающих территорий, воздух в нем медленнее циркулирует и проветривается. Вследствие запыленности атмосферы над городом резко снижается суммарная солнечная радиация: в Нью-Йорке она вдвое ниже, чем в зеленых пригородах; а в центре Москвы на 10% ниже, чем в Подмосковье. Одновременно снижается в городе и ультрафиолетовая инсоляция, что ведет к росту в воздухе болезнетворных микроорганизмов. Из-за роста запыленности растет число пасмурных дней, дней с туманами и выпадение атмосферных осадков. Городской воздух суше, чем загородный.

Особую проблему крупных городов составляет транспорт во всех его физических, психосоциальных и экономических аспектах: растущие затраты времени на все удлиняющиеся поездки при уменьшении скоростей транспортных артерий и их растущей перегрузке в связи с увеличением наземного транспорта, особенно личных автомашин; физические и психострессовые нагрузки в часы «пик» в общественном транспорте; растущее загрязнение атмосферного воздуха; растущее шумовое загрязнение (более 110 децибел на магистралях); растущий транспортный травматизм.

Все это приводит к тому, что в целом среда в крупных городах менее здоровая для человека, чем в зеленой зоне вне городов. Согласно исследованиям японских специалистов, в зеленой зоне требуется на 60% меньше времени для восстановления сил после трудового дня, чем в «каменной» среде города. Суммарный показатель заболеваемости инфекционными болезнями в настоящее время вдвое превышает таковой сельского населения (Дышловой, Плехов, 1978). Ряд городов в силу интенсивного атмосферного загрязнения и особенностей географического положения буквально задыхаются, что особенно характерно для городов, располагающихся в

межгорных котловинах и зонах сезонного безветрия (Лос-Анджелес, Анкара и др.). В Анкаре загрязненность воздуха, по данным ВОЗ, превысила допустимые нормы в шесть раз, что сделало столицу Турции опасной для жизни человека.

Сочетание интенсивного загрязнения городского воздуха и особенностей атмосферной циркуляции приводит к образованию смогов (от англ. smoke — дым и fog — туман) — дымных туманов, которые характерны для Лондона, Парижа, Брюсселя, Токио, Лос-Анджелеса, Нью-Йорка, Чикаго, Детройта, Бостона, Нью-Орлеана, Мехико, Анкары и многих других крупных городов мира. При смогах ядовитый плотный воздух может несколько дней неподвижно висеть над городом, вызывая страдания и заболевания людей. Особенно опасен сухой фотохимический смог лос-анджелесского типа (синяя дымка), формирующийся в результате фотохимического взаимодействия загрязняющих воздух выхлопных газов автомобилей, прежде всего углеводородов и окислов азота, с образованием альдегидов, пероксиацилнитратов, многие из которых обладают канцерогенными и мутагенными свойствами. Однако не менее вреден и влажный пыле-сернокислотный смог лондонского типа.

Растет проблема удаления городских отходов — промышленных и коммунальных, которую в перспективе не могут решить никакие очистные сооружения, поля фильтрации и т. п. Только полная переработка и утилизация отходов может в будущем освободить жителей городов от растущей угрозы, что сейчас пока осуществляется в крайне ничтожных масштабах: до сих пор отходы в основном идут на свалки, поля фильтрации и орошения, сбрасываются в гидросферу.

Огромную проблему больших городов составляет организация водоснабжения. Очень большое количество городов страдает от недостатка воды. Во многих городах мира вода в дома подается лишь утром и вечером. Проблема водоснабжения крупных городов не только связана с их быстрым ростом, за которым не поспевает развитие источников водоснабжения, но и с растущим загрязнением водных источников.

Современный город с населением 1 млн. жителей потребляет в сутки около 200 тыс. м³ воды только для коммунальных нужд, а в год — около 70 млн. м³. Значительно больше воды потребляет промышленность.

Проблема чистой воды стала одной из центральных для многих городов мира.

Большое распространение в мире получают городские агломерации — города, окруженные спутниками: в СССР их около 30, в США — более 50. Агломераты порождают огромные транспортные проблемы и имеют тенденцию к слиянию в гигантские мегаполисы. Население большого Нью-Йорка уже сейчас достигает 19 млн. человек. Лос-Анджелес протянулся сплошной полосой шириной до 80 км на 120 км вдоль океана. Восточное побережье США между Вашингтоном и Бостоном — это практически уже единый большой город длиной 850 км с населением более 35 млн. человек. Огромные агломераты Чикаго—Питсбург, Сан-Франциско—Сан-Диего, Токио—Йокогама, Большая Калькутта, Мехико, Брюссель—Кельн—Амстердам, Рур уже превращаются в гигантские сверхгорода. Такая же проблема есть и у ряда городов СССР. Например, к Москве примыкает ряд формально самостоятельных городов (Люберцы, Мытищи), но границы между ними нет. Есть такие же, хотя и меньшие по размерам агломераты в Донбассе (Донецк—Макеевка—Горловка) и в Кузбассе. Мегаполисы с населением 20—30—40 млн. человек — это уже реальность.

Одновременно с ростом городов, особенно старых, уменьшаются их зеленые массивы, если не принимаются меры по их сохранению и развитию. В СССР система озеленения является неотъемлемой частью градостроительства, в капиталистических странах — это функция стихийного развития. Генеральным планом развития Москвы, например, предусматривается довести норму зеленых насаждений на одного жителя до 25 м², а с учетом городских лесопарков — до 40 м² (сейчас в Москве приходится около 10 м² зелени на одного жителя, в Нью-Йорке — 8,6 м², в Лондоне — 7,5 м², в Париже — 6 м²).

Огромную проблему представляет уборка городского мусора: в год с улиц Нью-Йорка убирается 7 млн. т отходов, с улиц Токио — 4,5, Лондона — 3 млн. т. Поскольку расходы на эти цели огромны, то растет загрязненность городов бытовыми и промышленными отходами, хотя принимаются все меры по их удалению и переработке.

Наконец, необходимо отметить и целый ряд специ-

фических социально-экономических трудностей крупных городов, связанных с концентрацией населения, которое необходимо обеспечить работой, питанием, транспортом, коммунальными услугами и т. д. Особая проблема — обеспечение детей условиями для образования и отдыха, в частности местами для игр.

Теперь о различиях в окружающей среде в пределах крупных городов при разных социальных системах.

В социалистических странах имеются два типа крупных городов: старые города, насчитывающие несколько столетий стихийного развития, и новые. Проблемы их развития решаются различно: в первом случае путем планируемой на длительную перспективу реконструкции исторического центра и комплексного районного развития окраин (Москва, Киев, Тула, Калуга), а во втором — путем перспективно-планового современного градостроительства (Навои, Шевченко, Брежнев, Тольятти, Волгоград, Новополоцк, Новомосковск) с учетом всех экологических факторов городской среды. Новые социалистические города — это наиболее экологически сбалансированные городские человеческие поселения (при современных экономических и технологических возможностях, конечно).

Важная особенность любого социалистического города — исключительно большой объем жилищного и коммунального строительства. Темпы строительства городского жилья социалистических стран, особенно СССР, во много раз превышают таковые капиталистических и развивающихся стран.

Для социалистических городов характерно преимущественное развитие общественного транспорта, особенно подземного, в соответствии с общим планом развития городов, и планомерное оздоровление окружающей среды города, особенно путем строгого контроля загрязнений атмосферного воздуха и водных источников, развития водоснабжения и канализации, озеленения, планового размещения промышленных, жилых и рекреационных зон, развития зеленых средоохранных и рекреационных зон вокруг городов, развития широкой сети центральных и локальных спортивно-оздоровительных комплексов от больших стадионов до дворовых спортплощадок и т. п.

В результате всех планомерно осуществляемых мероприятий в городах социалистических стран наблю-

дается постепенное улучшение и оздоровление окружающей среды, в противоположность тенденциям капиталистического мира.

Отмеченные факторы ухудшения окружающей среды крупных городов капиталистических стран характерны и для большинства развивающихся стран мира. Но там положение еще тяжелее: если население городов развитых капиталистических стран должно к концу столетия удвоиться, то в развивающихся странах оно, согласно прогнозам, увеличится в восемь раз. Население Мехико, по прогнозам к концу века достигнет 31 млн. человек. А ведь положение и сейчас крайне тяжелое: в Найроби 40% жителей — обитатели самодельных жалких хижин из кусков жести, досок и прочего бросового материала, а ежегодно возникает около 8000 таких нелегальных новых жилищ; половина полумиллионного населения Лусаки живет в «шанти-таунах». «Шанти-таун» — специфическое явление крупных городов многих развивающихся стран, — это скопление тысяч жалких самодельных лачуг, возникающих стихийно и нелегально в каком-то городском районе, обычно на окраине, не имеющих ни водопровода, ни канализации, не говоря уже о такой «роскоши», как электричество, газ, телефон. Это скопление нищеты, грязи, отходов, болезней, в которых существуют сотни тысяч людей. Время от времени городские власти с помощью полиции и бульдозеров уничтожают такие стихийные поселения, но они возникают тут же в другом месте. Жители «шанти-таунов», как правило, бесправны: они не имеют постоянной работы, не имеют официального жилья (значит не участвуют в официальной общественно-политической жизни города и страны — выборах, профсоюзах, страховании и т. п.), неграмотны, не могут учить своих детей, не пользуются медицинским обслуживанием. Это парии современного мира. «Шанти-тауны» распространены во всех крупных городах Азии, Африки, Латинской Америки. Две трети городского населения развивающихся стран не имеют средств на постройку даже самого дешевого дома или наем квартиры.

Правительства развивающихся стран много делают в отношении улучшения своих городов и жизни их населения, но проблема столь остра и глубока, что решить ее до конца столетия едва ли будет возможно, имея в виду современные экономические возможности стран

третьего мира и рост их городского населения, причем проблемы городов усугубляются растущими проблемами сельской местности и прежде всего растущим обнищанием сельских жителей и их стремлением в города.

Проблема сельских поселений

Несмотря на то что доля сельского населения в мире постоянно снижается, в абсолютном исчислении оно растет, а вместе с ним растут и проблемы окружающей среды.

В социалистических странах «городской» образ жизни все больше и больше охватывает сельских жителей в соответствии с целенаправленной политикой сближения города и деревни, принятой в программах их социально-экономического развития. Вместе с образом жизни, индустриализацией, химизацией, потоком информации приходят и «городские» проблемы окружающей среды, прежде всего проблема загрязнений и удаления отходов, особенно в связи с развитием крупных агропромышленных животноводческих комплексов. В настоящее время эти проблемы идентифицированы, постепенно и планомерно решаются, хотя еще очень много предстоит сделать для улучшения условий жизни сельского населения социалистических стран.

Главная же проблема сельских поселений — это их состояние в развивающихся странах, связанное с общим низким уровнем социального и экономического развития сельского населения.

В развивающихся странах Азии, Африки и Латинской Америки оно составило в 1980 г. 2,4 млрд. человек, или более половины всего человечества, и не менее 85% этой огромной массы людей — абсолютные бедняки по всем мировым стандартам. Причина простая: 97% всех землевладений (мелких и мельчайших) владеют только одной четвертой всей земледельческой площади развивающихся стран, а три четверти принадлежат 3% землевладений. Кроме того, среди сельского населения в разных странах насчитывается от 20 до 60% безземельных и практически безработных жителей. Это социальная основа окружающей среды сельских жителей развивающихся стран. А экологические последствия этого социально-экономического базиса следующие.

Три четверти сельского населения развивающихся стран не имеют доступа к какой бы то ни было постоянной форме медицинского обслуживания (в Кении один доктор обслуживает 880 городских пациентов и 50 000 сельских; в Таиланде сельских докторов в 31 раз меньше, чем городских).

Из 80 млн. ежегодно рождающихся детей в деревнях развивающихся стран 5 млн. умирают от дифтерита, коклюша, столбняка, полиомиелита, кори, туберкулеза, а 10 млн. становятся инвалидами из-за глухоты, слепоты, параличей, мозговых заболеваний.

Только 22% сельского населения развивающихся стран в 1975 г. имело коммунальное водоснабжение и только 15% какую-то форму канализации (планируется к 1990 г. довести эти цифры до 39 и 23% соответственно).

Большая часть сельских жителей страдает от недостаточного питания, особенно белковой недостаточности, и страдает от связанных с недоеданием болезней.

Значительная часть сельского населения не имеет адекватных жилищных условий (адекватных простым местным сельским стандартам); согласно подсчетам специалистов Хьюстонского университета (США), к 2000-му г. необходимо в деревнях развивающихся стран построить 330 млн. жилищ, из них 110 млн. для ликвидации современной нехватки жилья, 130 млн. — в связи с ростом населения и 90 млн. — в связи с разрушением старого жилья; к выполнению этой программы большинство стран еще не приступали.

Поскольку главным источником (от 50 до 94%) энергии для сельского населения является древесное топливо, оно вынуждено вырубать всю возможную растительность вокруг поселений на больших расстояниях.

Из 800 млн. неграмотных современного человечества 90% составляют сельские жители развивающихся стран.

Генеральный секретарь Всемирной конференции по аграрной реформе и сельскому хозяйству Эрнан Санта Крус заявил на встрече министров стран «Группы 77» *inter alia*: «Прогрессирующая деградация социальной и физической окружающей среды в сельских зонах (третьего мира) гонит миллионы людей в города, которые не могут ни абсорбировать их, ни дать им работу. Пояса бедности, которые эти смещенные массы образуют вокруг средних и крупных городов Африки, Азии,

Латинской Америки и Ближнего Востока, приводят, в свою очередь, к ускорению ухудшения окружающей среды городов с сопровождающими его условиями безработицы или частичной безработицы, загрязнения воздуха, воды и т. д.».

Необходимо отметить, что ряд развивающихся стран мира, вступивших на путь социалистического развития, начинают преодолевать тяжелую ситуацию сельских поселений (Эфиопия, Танзания, Ангола, Афганистан), но это лишь первые шаги на длительном пути прогресса.

Проблемы ухудшения окружающей среды городов неотделимы от проблем сельских поселений, а те и другие определяются проблемами социально-экономического развития мира. Проблемы окружающей среды городов и сельских поселений — это не проблемы природы, не проблемы «демографического взрыва» и «перенаселенности», это проблемы, связанные с существующей до сих пор в мире несправедливостью распределения средств существования человека, распределения удовлетворения основных человеческих потребностей (basic human needs).

Проблема кочевого населения

Значительные группы скотоводческого кочевого населения (номадов) и скотоводов, ведущих полукочевой образ жизни, обитают в обширной полосе пустынь, полупустынь и сухих саванн и кустарников Северной Африки, Юго-Западной и Центральной Азии. Их общая численность не поддается точному учету: одни оценивают общее число кочевников в 15 млн. человек, другие — 40 млн. Последняя цифра более правдоподобна, если учитывать различные косвенные показатели и количество стран с широким распространением кочевого населения. Половина кочевого населения мира связана с Сахарой и прилегающими к ней с юга территориями Сахельской зоны; второй центр номадизма — пустыни Аравии, третий — Раджастан, четвертый — Гоби. Существовавший в среднеазиатских территориях царской России номадизм был полностью ликвидирован после установления Советской власти, но его экологические последствия сохранились до сих пор в виде подвижных песков Каракумов и Кызылкумов.

Главный экологический феномен номадизма нашего времени — это прогрессирующее опустынивание обширных территорий.

Что же касается среды обитания кочевников, то она характеризуется прогрессивным ухудшением: рост аридизации ландшафтов, истощение пастбищ, деградация почвенного покрова, исчезновение водных источников, учащение катастрофических засух. У кочевников нет доступа к тем санитарно-гигиеническим условиям, которыми пользуется оседлое население, нет постоянного водоснабжения и системы удаления отходов. В то же время среда их обитания — аридные и исключительно аридные ландшафты — свободна от многих вредных, особенно связанных с водой, организмов, возбудителей или переносчиков человеческих болезней. Они практически не страдают от загрязнения среды, если не считать некоторых глобальных, пока еще незначительных загрязнений. В пустынных ландшафтах прекрасно осуществляется очистка того незначительного (на единицу площади) количества отходов, которые образуются в результате жизнедеятельности людей и скота.

Главные проблемы номадизма социальные: доступ к общечеловеческой культуре, образованию, массовой информации, современной медицине. Семьи номадов, как правило, многочисленны, что обусловлено низкопродуктивной экономикой номадизма.

Кочуя по обширным территориям, номады и принадлежащий им скот оказывают существенное воздействие на природные ландшафты. При малой плотности их населения в течение тысячелетий поддерживался некий хрупкий баланс между человеком и средой обитания в этих слабоустойчивых экосистемах, который в наше время стал все чаще и чаще нарушаться и не столько в связи с ростом самого населения кочевников, сколько в связи с тем, что они все более и более оттесняются развитием земледелия на все менее продуктивные и более засушливые земли.

Проблемы окружающей среды, связанные с номадизмом, должны рассматриваться в контексте общих проблем социально-экономического развития сельского населения и сельскохозяйственной экономики развивающихся стран, хотя они и имеют определенную специфику.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки.

1. Почему геометрическая прогрессия роста человечества не сможет продолжаться в будущем?
2. Какая демографическая ситуация должна прийти на смену геометрической прогрессии роста числа людей? В мире? В различных регионах?
3. Каковы возможные перспективы развития наиболее крупных городов и окружающей среды в них в условиях социализма, капитализма, развивающихся стран?
4. Возможен ли город с населением в 20—30—40 млн человек?
5. Каковы проблемы окружающей среды такого супер-города?
6. Как он должен быть организован?
7. Каковы пути преодоления современного кризиса сельских поселений развивающихся стран?
8. Как влияет кризис сельских поселений развивающихся стран на углубление проблем окружающей среды их городов?

Глава 6

ПРОБЛЕМА ПИТАНИЯ

Голод и недоедание

Проблема питания, как и все проблемы окружающей среды, является комплексной и многоплановой, включающей научно-технические, социально-экономические и политические аспекты: с одной стороны, голод и недоедание, белковое голодание, авитаминозы многих миллионов людей, а с другой — переизбыток, избыточное потребление белков, жиров, сахара; с одной стороны, нехватка количества продовольствия, а с другой — ухудшение его качества. Но проблема питания — прежде всего социально-экономическая проблема окружающей среды, что нашло полную теоретическую интерпретацию в марксистско-ленинском учении. Пока будет на Земле разделение общества на классы угнетателей и угнетенных, эксплуататоров и эксплуатируемых, проблема голода и плохого питания миллионов людей не будет решена.

Важное методологическое положение: проблема голода растущего населения планеты — это не результат какого-то абсолютного недостатка продовольственных ресурсов планеты и физической невозможности удовлетворить потребности растущего человечества, а ре-

зультат социально-экономических недостатков организации человеческого общества в целом, результат неравенства людей и несправедливого распределения продовольствия.

Как было отмечено Всемирной конференцией по продовольствию в 1974 г., около 460 млн. человек (сейчас эта цифра превысила 600 млн.) страдает от сильной степени белкового голодания и почти половина из них — дети. В некоторых странах более половины смертности детей до 5-летнего возраста прямо или косвенно связана с недоеданием; кроме того, миллионы людей страдают от болезней, приводящих к инвалидности и связанных с недостатком специфического питания (авитаминозы, недостаток микроэлементов особенно в тропиках и субтропиках). Растущие диспропорции в мировом снабжении продовольствием развиваются на фоне постоянного хронического голода и недостаточного питания большей части населения развивающихся стран.

В мире сейчас до 500 млн. постоянно голодающих и до миллиарда недоедающих, т. е. плохо питается одна треть человечества (Ковда, 1981). Двухмиллиардное население развивающихся стран получает лишь около 1500 кал в день, в то время как жители индустриально развитых стран — в среднем около 3000 кал. Как справедливо отметил Э. Экхольм (1982), недоедание как проявление бедности коренится в политической и экономической структуре общества (надо бы добавить — классового — *Б. Р.*), и эти корни не могут быть вырваны одним только планированием, необходимы фундаментальные социальные и государственные преобразования. Стабильное распространение недоедания в мире, где производство пищевых продуктов может удовлетворить всех, порождено социально-экономическим (читай, эксплуататорским — *Б. Р.*) строем.

Согласно данным ФАО, в 1970 г. в мире насчитывалось 462 млн. человек, не получающих достаточного количества калорий (и/или протеина), из них 434 млн. человек — в развивающихся странах. Для 1976 г. ЮНЕП приводит соответствующие цифры 569 и 544 млн. человек, а по прогнозу на 1982 г. — 670 и 655 млн. человек соответственно.

Неравномерность питания характерна как между странами, так и внутри стран (табл. 16). В Бразилии в 1960 г. только 21% городских и 20% сельских семей

получали достаточное по калориям и протеину питание. В Колумбии в 1956—1962 гг. сельские бедняки получали 1535 кал и 30 г протеина в день в сравнении с 2133 кал и 60 г протеина горожан «средних классов».

Характерный пример социальной обусловленности недостаточного питания приводит Э. Экхольм (1982). В начале 70-х гг. бразильские фермеры воспользовались недостатком белков на мировом рынке и быстро увеличили производство соевых бобов, большая часть которых пошла на экспорт и как корм для скота. Но для этого под сою были заняты земли, на которых ранее выра-

Таблица 16

Различия в питании населения разных стран мира
(Всемирная конференция по продовольствию, 1974)

Страны	Потребление протеина, г/сут в среднем на душу населения	Потребление пищевых калорий, % от установленной ФАО/ВОЗ минимальной потребности
СССР	101	131
Австралия	108	123
Великобритания	92	126
ФРГ	89	121
США	106	126
Куба	63	117
Боливия	46	79
Бангладеш	40	80
Индия	52	94
Пакистан	56	93
Филиппины	47	86
Эфиопия	72	93
Кения	67	102
Нигерия	74	89
Заир	33	93

шивались другие бобовые культуры — главный продукт белкового питания низко обеспеченных бразильцев. В 1971—1974 гг. продукция бобовых снизилась на одну треть, а цены выросли втрое. Фактически богатые европейские и японские потребители лишили бразильских бедняков белковых веществ. Бразильская национальная экономика в среднем оказалась на подъеме, вырос национальный экспорт и доход, разбогатели фермеры — производители сои, но на питании бразильской бедноты все это отразилось отрицательно.

Недостаточность питания особенно тяжело сказывается на детях. В настоящее время от 1 до 7% детей дошкольного возраста в развивающихся странах имеют вес на 60% ниже нормального, т. е. состояние, родственное «ходячей смерти» (Jelliffe, 1976). В результате недостаточного питания у детей бедняков развивается квашиоркор, сопровождающийся вздутием живота, дряблостью мышц, апатией, характерен детский маразм — последствия длительного голодания. Даже если недоедание само по себе и не приводит к смертельному исходу, оно повышает вероятность смерти от других причин. Недостаток минерального питания, особенно железа, ведет к анемии, недостаток витамина А приводит к развитию детской ксерофтальмии и слепоты. В Индии 10% всех детей страдают ухудшением зрения, а многие десятки и сотни тысяч детей слепы. Около 30% детей в районах Африки южнее Сахары не получают необходимого питания, а 4% угрожает голодная смерть. По данным Панамериканской организации здравоохранения, от 10 до 30% детей Латинской Америки недоедают, особенно высок процент голодающих в Гаити. Среди недостаточно питающихся детей резко возрастает смертность от кори, коклюша, туберкулеза, диарреи. Свой существенный вклад в недоедание детей в тропических районах вносят желудочно-кишечные инфекции, нарушающие способность организма усваивать питательные вещества и усиливающие выведение из организма белкового азота.

Переедание

Избыточное питание — проблема XX в. большинства индустриально развитых стран, затрагивающая довольно широкие слои населения. Высокосортная мука, мясо, жиры, сахар в значительной мере вытеснили высокоуглеводные объемистые продукты — цельное зерно, картофель, овощи, фрукты.

Увеличение калорийности пищи идет преимущественно за счет жиров и сахара, особенно трудноперевариваемых животных жиров. В пище североамериканцев и европейцев животные жиры обеспечивают 40—50% всех потребляемых калорий, включая жиры, содержащиеся в мясе и молочных продуктах. В более хорошем положении находятся жители Средиземноморья, потреб-

ляющие в значительной степени растительные жиры — оливковое масло. Чрезмерное потребление насыщенных жиров животного происхождения ведет к развитию сердечно-сосудистых заболеваний и, возможно, рака. Среднее потребление мяса в США, Австралии, Аргентине в настоящее время поднялось до 112,5 кг в год, а во Франции, ФРГ и Канаде — до 90 кг/год на душу населения. Учитывая социальную неоднородность питания в этих странах, можно себе представить характер мясо-жирового пересыщения имущих классов.

Надо отметить и тот факт, что мясо скота и птицы, получаемое на концентрированных кормах, а не на зеленых пастбищах, более жирное, а следовательно, с медицинской точки зрения, более опасное. Былую полноценность утратили и многие зерновые продукты за счет своей «первосортности», поскольку лишены оболочки зерна.

За последнее столетие в питании людей особенно увеличилось потребление сахара. Во многих странах оно превышает 40 кг в год на душу населения (110 г в день!), а многие врачи считают, что это уже отравление. Обильное потребление сахара вызывает не только зубные болезни, но и диабет, ожирение, дивертикулез, коронарную болезнь сердца и др.

Вместе с уменьшением физической нагрузки переедание особенно тяжело отражается на тех слоях населения, которые заняты умственным трудом, и в меньшей степени затрагивает рабочий класс. Но и среди рабочих эта «болезнь цивилизации» распространяется все больше и больше вследствие низкой культуры питания.

Обильная пища и малоподвижный образ жизни при отсутствии физических нагрузок — это существенное изменение тех условий, к которым за годы тысячелетней эволюции приспособился человеческий организм. Отсюда широкое распространение диабета, гипертонии, заболеваний сердца, вплоть до инфаркта и инсульта. В США до 20% детей и до 40% взрослых страдают от избытка веса. В ФРГ отмечена «эпидемия двойных подбородков». Еще Гиппократ сказал, что полные умирают раньше худых. Современные медики считают, что смертность мужчин, вес которых на 20% выше нормы, увеличивается на 50%; у них же вдвое возрастает риск заболевания диабетом.

Производство продовольствия

Несмотря на то что некоторая часть людей на Земле переедает, это не главная проблема окружающей среды, связанная с питанием. Главная проблема — это голод и недоедание сотен миллионов людей, связанные с недостаточным количеством и несправедливым распределением продовольствия.

«Три кита», на которых зиждется решение продовольственной проблемы мира: 1) рост производства продовольствия; 2) снижение потерь продовольствия; 3) справедливое распределение продовольствия. Рассмотрим каждую из этих проблем и ее роль в решении общей задачи.

Производство продовольствия в мире непрерывно растет в соответствии с ростом численности населения и прогрессом сельскохозяйственной технологии. За истекшее двадцатилетие (1961—1980 гг.) производство сельскохозяйственной продукции возросло ежегодно в среднем на 2,7%, причем 18% этого прироста было достигнуто за счет вовлечения новых земель, а 82% — за счет роста урожаев производимых культур, прежде всего путем введения новых сортов, увеличения внесения химических удобрений, развития орошения и повышения культуры земледелия. Мировое производство всех видов растительной сельскохозяйственной продукции к 1978 г., достигло по данным ФАО, 1,5—1,6 млрд. т в год, в том числе: зерна — 1,4 млрд. т, производство мяса — 120—140 млн. т. В 1974 г. производство продовольствия в кг на душу населения в разных мировых системах выглядело следующим образом:

	зерно	мясо
социалистические страны	743	61
капиталистические страны	630	78
развивающиеся страны	222	14
мир в целом	348	31

Если исходить из того, что нормальное обеспечение питания всех людей в среднем требует производства 800 кг зерна в год на душу населения, включая фуражное зерно для откорма скота и птицы, то его мировое производство уже сейчас должно составить 3,6 млрд. т, т. е. должно увеличиться в 2,6 раза. Если рассчитывать на 6 млрд. человек населения, то в 2000 г. его нужно

будет производить 4,8 млрд. т, т. е. увеличить производство в 3,4 раза.

Возможен ли такой рост производства зерна? Возможен, и даже на существующей земледельческой площади, прежде всего за счет роста урожаев, который зависит от повсеместного использования передовой сельскохозяйственной технологии. Если для пшеницы на опытных станциях в разных природных условиях стабильно получается урожай 120 ц/га и средний урожай в некоторых странах составляет 52 (Нидерланды), то средний мировой урожай всего лишь 17; соответствующие цифры по рису — 140, 60 (Япония) и 24 ц/га; по кукурузе — 130, 57 (США) и 28 ц/га. Что для этого нужно? Новые сорта, удобрения, пестициды, механизация сельскохозяйственных работ, прогрессивная технология возделывания, включая регулирование почвенного плодородия и прежде всего водно-солевого режима почв, причем на всей площади посева, а не в отдельных районах или странах.

Возможно ли это практически? Нет, поскольку здесь вступают в действие социально-экономические факторы, сдерживающие такой рост в развивающихся странах мира, что хорошо видно на примере даже наиболее прогрессивно развивающейся Индии, испытавшей «зеленую революцию» (рис. 23).

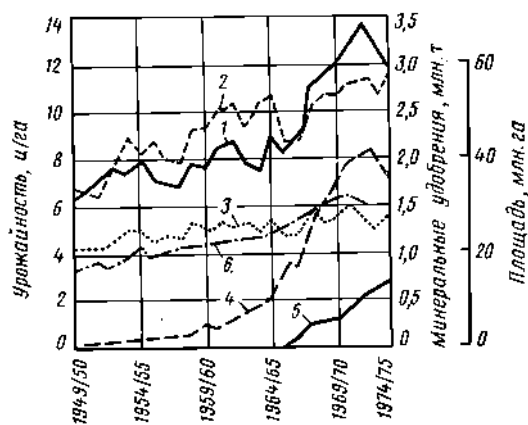


Рис. 23. Рост урожайности пшеницы (1), риса (2) и прочих зерновых культур (3) в Индии за последнее 25-летие в связи с ростом внесения удобрений (4), расширением площадей посевов новых сортов (5) и ирригации (6) (Mellor, 1976)

Так называемая «зеленая революция» последнего двадцатилетия захлебнулась в развивающихся странах

и не принесла ожидавшихся результатов: она принесла баснословные барыши крупным землевладельцам и капиталистическим фермерам, оставив незатронутой основную массу крестьян и не решила продовольственную проблему. Вывод ясный: прежде чем удастся любая «зеленая» революция, нужна революция социальная. И еще один важный вывод: любые достижения научно-технического прогресса в условиях господства частной собственности, в условиях капитализма приносят выгоду лишь эксплуататорам трудящихся масс, но не самим массам. Производство продовольствия в ближайшей перспективе не может быть увеличено в необходимых размерах для решения мировой продовольственной проблемы, несмотря на наличие потенциальных возможностей, поскольку они не смогут быть реализованы при существующей в мире социально-экономической ситуации. Рост производства продовольствия будет продолжаться, конечно, но не в тех размерах, которые нужны миру для ликвидации голода и недоедания.

Второй аспект решения продовольственной проблемы — это снижение потерь продовольствия. Современные потери выращенного ежегодно урожая колоссальны и достигают порядка одной трети. Потери связаны со всем потоком движения продовольствия от поля до стола потребителя. Начинаются они еще при уборке урожая вследствие отсутствия соответствующих машин или их несовершенства; значительная часть урожая в мире убирается вручную. Много продукции теряется при перевозках различным транспортом. Однако главные потери — это результат несовершенства хранения. В Африке треть уложенного в примитивные приусадебные хранилища зерна уничтожается грызунами и насекомыми. Огромная часть продукции поражается грибковыми болезнями. В огромных количествах гниет скоропортящаяся продукция — овощи и фрукты. Колоссальны отходы продукции при ее переработке на крупных и мелких предприятиях пищевой промышленности. И наконец, не меньшую роль играют огромные отходы в процессе потребления пищевых продуктов. Если сумеет сэкономить всю продукцию на всех перечисленных этапах, то можно только за счет этого увеличить объем доступной пищи на 30%, т. е. практически ликвидировать существующий голод на Земле.

Наконец, третий аспект решения продовольственной

проблемы мира — справедливое распределение продовольствия между всеми людьми. До тех пор, пока продовольствие служит предметом купли-продажи, предметом рыночных спекуляций, а в наши дни и фактором политического давления одних стран (имеющих избыток продовольствия) на другие (нуждающиеся в импорте продовольствия), до тех пор, пока существует капиталистический способ производства и распределения, справедливое распределение продовольствия в масштабах планеты ожидать не приходится. Даже в тяжелые годы всеобщего голода в Сахельской зоне Африки, когда международные организации оказывали большую продовольственную помощь населению пострадавших районов, значительная часть поставляемого продовольствия расхищалась спекулянтами и национальной буржуазией, не доходя до голодающих людей.

Итак, проблема окружающей среды, связанная с питанием людей, полностью определяется комплексом социально-экономических факторов. Главный ее аспект — хронический голод и недоедание значительной части человечества — есть результат современных социально-экономических условий и не связан с каким бы то ни было истощением природных ресурсов или перенаселенностью планеты.

С другой стороны, ряд современных проблем питания людей связан и с побочными явлениями научно-технического прогресса. В частности, все большее беспокойство вызывает качество сельскохозяйственной продукции. Мы уже говорили о снижении качества мяса скота и птиц, выращиваемых на искусственных концентрированных кормах в погоне за его количеством. То же имеет место и в отношении растительной продукции. Стремление вырастить как можно больше растительной продукции приводит к избыточному орошению и удобрению, особенно азотом, не только овощных, но и зерновых культур, а это ведет к соответствующему снижению качества растительной продукции, замене твердого зерна мягким, с пониженным содержанием белка. В растительной и животноводческой продукции все больше аккумулируются остаточные количества пестицидов и продуктов их метаболизма. Все это вызывает серьезное беспокойство и заставляет задумываться о возможных последствиях для человечества. Удобрения, пестициды — благо, но, как и во всех

случаях взаимоотношений человека с окружающей средой, это благо может обернуться непредвиденными вредными последствиями при неосторожном обращении. Понятное и оправданное стремление людей получить и сохранить максимальный урожай с помощью химии и техники может привести к весьма неожиданным и далеко идущим последствиям для человечества. Пока оснований для какой-то паники в этом отношении нет. Применяемые в среднем нормы удобрений, химикатов все еще слишком низки для того, чтобы вызвать какие-то существенные изменения в среде, однако контроль необходим уже сейчас с целью принятия необходимых профилактических мер в нужное время и в нужном месте. Локальные же загрязнения пищевой продукции избытком удобрений и пестицидов имеют место и сейчас в отдельных точках планеты.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Почему существует проблема голода на Земле?
2. В чем сущность продовольственной проблемы мира?
3. Можно ли решить продовольственную проблему мира в ближайшей перспективе? Каковы условия ее решения?
4. Каковы пути роста производства продовольствия?
5. Каковы последствия голода и недоедания для здоровья людей?
6. Каковы последствия переизбытка для здоровья людей?
7. Как влияет количественный рост производства продовольствия на его качество?
8. Каковы пути контроля качества продовольствия при количественном росте его производства?
9. Что необходимо для осуществления подлинной «зеленой революции»?
10. Может ли прокормить растущее человечество Земля (цифры роста даны в предыдущей главе) и при каких условиях?

Глава 7

ПРОБЛЕМА ПРОИЗВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИИ И ОТХОДОВ

Современное производство и загрязнение среды

Современная экологическая ситуация характеризуется существенными изменениями в сфере материального производства — основе существования человечества, которые определились научно-технической революцией второй половины XX в.

Мировое производство превратилось из аграрно-индустриального в преимущественно индустриальное. Существенные изменения произошли и в самом промышленном производстве: понизился удельный вес добывающих отраслей, повысилась роль энергетики, в рамках обрабатывающей промышленности повысился удельный вес машиностроения и химии за счет снижения доли пищевой и легкой промышленности (Новиков Р. А., 1976). С 1950 г. в мире появилось более 50% товаров и изделий, которые никогда не производились раньше. Особенно много новых веществ было произведено химической промышленностью.

Как отметил Р. А. Новиков (1976), научно-технический прогресс, с точки зрения окружающей среды, привел к двум положительным результатам. Во-первых, резко выросла производительность труда, что позволило добиться невиданного в прошлом роста объема материального производства, как в целом, так и в расчете на душу населения (табл. 17). Во-вторых, появились широкие возможности экономии природных ресурсов в процессе производства: характерной чертой развития стало более быстрое увеличение производства готовых изделий, чем потребление исходного природного сырья; появилась тенденция к снижению материалоемкости конечного продукта; производство готовых изделий (продукции обрабатывающих отраслей) значительно опережает производство сырья (продукция сельского хозяйства, рыболовства, лесозаготовок, добывающих отраслей); в 1951—1972 гг. на 1% прироста продукции обрабатывающей промышленности приходилось только

Таблица 17
Рост населения и материального производства в 50-х — 60-х годах
(по данным Статистического ежегодника ООН 1974 г.)

	1953 г.		1976 г.		Коэффициент роста абсо- лютного объе- ма
	абсолют- ный объем	на душу населения	абсолют- ный объем	на душу населения	
Население мира, млн. чел.	2603	—	3782	—	1,45
Зерно, млн. т	695,8	267 кг	1146,7	303 кг	1,65
Улов рыбы, млн. т	25,9	10 кг	65,6	17 кг	2,53
Минеральные удобрения, млн. т	20,3	7,8 кг	77,3	20 кг	3,81
Круглый лес, млн. м ³	1667	0,64 м ³	2447	0,65 м ³	1,47
Энергия, млн. т усл. топл.	3815	1,47 т	7566	2,00 т	1,98
Сталь, млн. т	232,9	89,5 кг	626,3	165,6 кг	2,69
Железная руда, млн. т	159,0	61,1 кг	433,8	114,7 кг	2,73
Цемент, млн. т	178	68,4 кг	640	169,2 кг	3,59
Автомшины, млн. шт.	10,5	4*	35,5	9*	3,36
Бумажная масса, млн. т	39,1	15 кг	106,1	28 кг	2,71
Морские международные перевозки, млн. т	680	261 кг	2861	756 кг	4,21

* На 100 человек.

0,45% прироста производства первичного сырья. Однако надо иметь в виду, что мировая экономика природных ресурсов носит лишь относительный характер в связи с огромным абсолютным ростом производства в целом, а абсолютные объемы добычи и переработки природных ресурсов постоянно растут, причем ускоренным темпом.

В целом мировое производство стало сопоставимым по своим масштабам с геологическими процессами, а техногенные потоки веществ превышают в ряде случаев природные. Характерные цифры в этом отношении приводит А. М. Рябчиков (1980): техногенное поступление в экосферу широко используемых в производстве и быту химических соединений (более 100 тыс. из 3 млн. известных) в 10—100 раз превышает их естественное поступление при вулканизме и выветривании горных пород. Если все вулканы Земли ежегодно выбрасывают на поверхность около 3 млрд. т вещества, то человек

извлекает из земных недр более 120 млрд. т различных руд, горючих ископаемых, строительных материалов. В настоящее время в мире выплавляется 800 млн. т различных металлов, производится более 60 млн. т синтетических материалов, вносится на поля более 500 млн. т минеральных удобрений (в туках) и до 4 млн. т различных ядохимикатов, сжигается около 9 млрд. т горючих материалов. Из земных недр ежегодно добывается больше химических элементов, чем включается в природный биологический круговорот: кадмия — более чем в 160 раз, сурьмы — в 150, ртути — в 110, свинца — в 35, мышьяка и фтора — в 15, урана — в 6, олова — в 5, меди — в 4, молибдена — в 3 раза (Глазовская, 1981).

Проведенные О. П. Добродеевым (1978) подсчеты ежегодно вовлекаемых в техногенные потоки масс химических элементов показали, что они уже сравнялись с массами природных геохимических потоков речного гидрохимического стока и биологического круговорота вещества (табл. 18).

Важным экологическим следствием грандиозного роста производства является соответствующий рост загрязнения окружающей среды в результате потерь сырья и побочных отходов промышленности, которые колеблются по разным видам производства от 2 до 33% (согласно Э. В. Гирусову, 1976, 98% исходного природного сырья идет в отвалы, отбросы, стоки и т. п.).

Известное представление о количестве веществ, выбрасываемых в экосферу в результате производственной деятельности и жизни людей, дают материалы табл. 19, составленной по оценочным (на 1970 г.) и прогнозным (на 2000 г.) данным. Согласно этим данным, 45% загрязнений среды дает энергетика (сжигание топлива), 40 — сельское хозяйство, 10 — промышленность и 5 — коммунально-бытовой сектор (все это без учета загрязнений гидросферы), а общий выброс загрязнителей в среду в 1970 г. составлял около 40 млрд. т, из которых 50% приходилось на дымовые газы, 24 — фекальные отходы, 13 — твердые отходы и 12% — органические отходы. По прогнозу, количество отходов к 2000-му г. должно возрасти в 2,5 раза, если не будут приняты эффективные контрмеры.

Что касается достоверности приведенных цифр, то к ним нужно относиться крайне осторожно, имея в виду

Таблица 18

Масса химических элементов, ежегодно вовлекаемая в основные технобиогеохимические потоки суши экосферы Земли (Добродеев, 1978)

Общая масса элемента, т/год	Речной сток	Биологическая продукция	Мировая добыча	Сжигание горючих ископаемых
$n \cdot 10^{11}$		O		
$n \cdot 10^{10}$		C, N, H		O
$n \cdot 10^9$		Ca, K, Si	C	C
$n \cdot 10^8$	C, Ca, Mg, Na, S	P, Mg, Na, Al, S	Fe	Al, O, H
$n \cdot 10^7$	K, N, Fe	Cl, Mn, Sr, Fe	K, Na, S, O, Cl	Fe, Ca, S, N
$n \cdot 10^6$	Sr, Al, Ba	Zn, Ti, B, Cr, Cu, Br	P, Cu, Zn, Mn, Pb, F, Al, Cr, Ba, Mg	K, Sr, Ti, Na, Mg, Ba
$n \cdot 10^5$	Zn, Br, B, P, Ti, Mn, Ni, Cu, As, Zr	Ni, J, Ba, Ge, V, Ga, Rb, Mo, Co	Ti, Ni, B, Sn, Br	P, Hg, Cr, Cu, Zn, Mo, Li, B, Co, Ba, Ge, Be, U, Pb, La, Zr, As, Mn, V, Rb
$n \cdot 10^4$	J, Pb, Li, Co, Cr, Mo, U, Rb	Rb, Li, Pb, F, Zr, Sn, Y, Cs, Se, Be	Hg, As, Co, Mo, U, Ag, Cd, Sb, W	Pb, J, Y, Ga, Sc, Bi, W, Hg
$n \cdot 10^3$	Ag, Ca, V	Ag, Au, U, Th, Ni, As	Li, V, Se, J, Ag, Zr, Bi, Au, Be, Sr, Nb	Ag, Cd
$n \cdot 10^2$	Th		Ge	Au
$n \cdot 10$		Cd	Y, Cs, Ga, In, Th	
n		Hg		

малую надежность вообще всех оценочно-статистических показателей, да еще и в глобальном масштабе. Для сравнения приведем данные по количеству твердых отходов (млн. т) только в США в том же 1970 г. (Turks, Wittesses, 1974):

сельское хозяйство	2000
горные выработки	1500
коммунально-бытовой сектор	200
промышленность	1,25

Таблица 19.

Объем и структура остаточных продуктов производства и потребления в мире по категориям и источникам их образования: оценка на 1970 г. и прогноз на 2000 г. в млн. т (Новиков Р., 1976)*

Категория остаточных продуктов	Производство классической энергии		Промышленность		Сельское хозяйство		Коммунально-бытовой сектор		Всего	
	1970 г.	2000 г.	1970 г.	2000 г.	1970 г.	2000 г.	1970 г.	2000 г.	1970 г.	2000 г.
	Главные газообразные загрязнители атмосферы	17 326	43 980	47	226	1 460	3 780	873	2773	19 706
Выбросы твердых частиц в атмосферу	133	284	91	382	14	42	3	13	241	721
Твердые отходы	—	—	4000	12 000	—	—	1000	3000	5 000	15 000
Углекислоты	42	140	14	57	9	27	4	20	69	244
Органические отходы	—	—	—	—	4 500	13 000	30	50	4 530	13 050
Фекальные отходы	—	—	—	—	9 400	24 000	180	320	9 580	24 320
Итого	17 501	44 404	4152	12 665	15 383	40 849	2090	6176	39 126	104 094

* Составлено по данным, опубликованным американской научно-исследовательской корпорацией «Resources for the Future» (S. Brubaker. To live on earth: man and his environment in perspective. Baltimore and London, 1972). В таблицу не включены следующие категории загрязнителей: химические удобрения (190 млн. т в 1970 г. и 604 млн. т в 2000 г.); химические средства борьбы с сорняками и вредителями растений (500 тыс. т в 1970 г. и 15 млн. т в 2000 г.); общий объем загрязненной воды (9145 млрд. т в 1970 г. и 9470 млрд. т в 2000 г.); общий объем сбрасываемой воды, повышающей температуру окружающей среды примерно на 10° (1500 млрд. т в 1970 г. и 5800 млрд. т в 2000 г.).

Соотношение разных источников загрязнений здесь другое: 54% твердых отходов дает сельское хозяйство, 40 — горные выработки, 5 — коммунально-бытовой сектор и только 1% — промышленность; общее количество твердых отходов — 3,7 млрд. т (или 74% всех твердых отходов мира, если сопоставить с данными табл. 19).

Но даже если отвлечься от деталей статистики и признать неточность приведенных цифр, общая картина загрязнения экосферы отходами производственной деятельности и жизни людей оставляет тяжелое впечатление. К этому нужно добавить еще объем отвалов горных выработок — 100 км³ и карьеров — 40—50 км³, накопившихся за последние 150 лет (ВИНИТИ, 1974). Если в 1970 г. на каждый гектар суши земного шара приходилось 1,3 т твердых (включая органические и фекальные) отходов, то к 2000-му г. их объем может возрасти до 3,3 т/га. При этом нужно учесть, что, во-первых, они отнюдь не равномерно рассеиваются по поверхности планеты, а концентрируются близ мест производства и вокруг человеческого жилья, и, во-вторых, важен их кумулятивный многолетний эффект, поскольку значительная часть отходов не инактивируется (разлагается или ассимилируется) природными процессами, а накапливается в среде. Это ведет к значительному загрязнению окружающей среды, прежде всего городов, промышленных центров, горнодобывающих центров, агропромышленных комплексов.

О темпах загрязнения среды можно судить по следующим расчетам (Рябчиков, Саушкин, 1973): если прирост мирового производства стали останется на современном уровне — 5% в год, то среднее содержание окислов железа в почвах и поверхностных водах удвоится через 50 лет; за это же время, при отсутствии превентивных мер, концентрация свинца в экосфере может увеличиться в 10 раз, ртути — в 100, мышьяка — в 250 раз. Эти расчеты должны быть восприняты, конечно, как чисто иллюстративные, а не отражающие действительную ситуацию: во-первых, здесь не учитывается повторное использование сырья (ежегодная выплавка стали, например, давно уже превосходит добычу железной руды за счет переплавки металлолома — см. табл. 17); во-вторых, уже в 70-х гг. были приняты во многих странах мира энергичные меры по контролю загрязнений, очистке и утилизации отходов, в ряде

случаев приведшие к их существенному снижению, хотя проблема в целом пока все еще остается весьма серьезной.

Как и во всех других случаях, загрязнение среды отходами производства опосредствовано социально-экономическими факторами. В начале 70-х гг. промышленно развитые капиталистические страны, имея всего 19,5% мирового населения и производя около 53% мировой промышленной продукции, давали 63% всего объема загрязнителей окружающей среды (рис. 24).

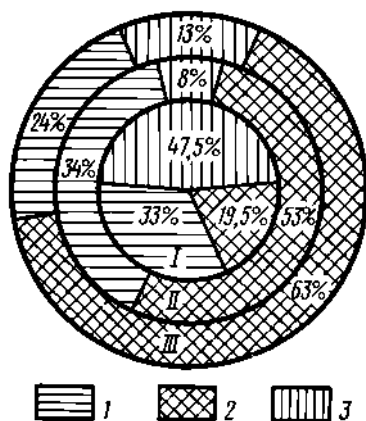


Рис. 24. Относительная доля социалистических (1), развитых капиталистических (2) и развивающихся (3) стран в мировом населении (I), производстве промышленной продукции (II) и загрязнении окружающей среды (III) в начале 70-х гг. (составлено по данным Рябчикова и Саушкина, 1973)

Важное значение во всех проблемах окружающей среды, связанных с ее техногенным загрязнением, играет тот факт, что многие загрязнения в связи с циркуляционными процессами в атмосфере и гидросфере Земли выходят за пределы местного воздействия на региональный и даже глобальный уровень (табл. 20). Например, радиоактивные осадки выпадали за десятки тысяч километров от мест взрывов ядерных устройств; кислотные выбросы в атмосферу Рура выпадают в Скандинавии; Рейн несет загрязнители через многие страны Европы, создавая проблему питьевой воды в Роттердаме, и т. д. Глобальные потоки вещества превращают планету в единую технобиогеохимическую систему, загрязнение которой отходами и побочными продуктами производства и жизни людей стало таким образом тоже глобальной проблемой.

Таблица 20

Нарушение природной среды различных уровней в результате
производственной деятельности людей (Brubaker, 1972)

Экологические проблемы окружающей среды в порядке возрастания значения	Пространственный масштаб (уровень) нарушений*
Проблемы удобства и эстетики	
твердые отходы	1, 2
шум	1
неприятные запахи	1
прозрачность воздуха	1, 2
качество воды, рекреационный аспект	1, 2, 4
поселения, эстетический аспект	1
поселения, удобство и эффективность	1
незаселенная местность, эстетический аспект	1, 2, 3
доступ к естественной природе	1, 2
Воздействие на здоровье людей	
загрязнение воздуха при сжигании топлива	1, 2
загрязнение вод:	
патогенное	1, 2, 4
нитратами	1, 2
промышленными хим. веществами	1, 2, 4
пестициды через пищевые цепи	2, 4, 5
радиоактивное загрязнение	1, 2
тяжелые металлы	1, 2, 4
Воздействие на наследственность и рождаемость	
радиоактивное загрязнение	3, 5
пестициды	3
промышленные хим. вещества	1, 2, 5
Воздействие на экосистемы и почву	
плотность заселенности биосферы	3, 5
угроза Мировому океану:	
пестициды	5
нефть	5
другие химические вещества	5
эрозия почвы	1, 2, 5
химические удобрения и нарушение круговорота веществ	1, 5
диоксид углерода, альbedo, климат	5
тепловое загрязнение:	
местное	2, 4
глобальное	5

* Уровни нарушений: 1 — локальный, 2 — региональный, 3 — национальный, 4 — международный региональный, 5 — глобальный.

Проблемы технологии

По мнению многих ученых (Labeiri, 1974; Гирусов, 1976; Новиков Р. А., 1976 и др.), главная причина современного роста техногенного загрязнения окружающей среды — это неадекватность бурного роста производства и архаической технологии (не техники, которая может быть самой сверхсовершенной, автоматизированной и насыщенной электроникой и роботами, а именно технологических процессов), принципиальные основы которой были заложены в давние времена, особенно в эпоху становления и развития капиталистического промышленного производства, когда об экологизации технологии еще не было и речи. До сих пор борьба с загрязнением природной среды ведется преимущественно путем строительства очистных сооружений, а не заменой существующей технологии производства на экологически более целесообразную, а ведь очистные сооружения, как правило, очень дороги (до 25—50% стоимости предприятия или машины), громоздки, ненадежны, не всегда эффективны и недолговечны; они не поспевают за ростом производства и ужесточением норм ПДК. Если дело пойдет и дальше тем же путем, то скоро наступит время, когда стоимость очистных сооружений сравняется со стоимостью самого производства, чего не сможет выдержать ни одна экономика. Как отметил председатель Комиссии Президиума Совета Министров СССР по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, заместитель Председателя Совета Министров СССР И. Новиков (1982), «с помощью очистных сооружений, даже при самых больших масштабах их строительства, нельзя полностью решить проблему защиты биосферы от вредного воздействия непрерывно развивающегося промышленного производства».

В последнее время очень много писалось об ответственности научно-технического прогресса за техногенное загрязнение природной среды. Однако тщательный научный анализ показал, что это не так.

Р. А. Новиков (1976) перечисляет следующие важнейшие причины влияния хозяйственной деятельности человека на всевозрастающее загрязнение природной окружающей среды:

низкий уровень внедрения экологически ориентированной технологии в производственную сферу и быт;

узкие масштабы применения технических средств, позволяющих исключить выбросы в среду вредных остаточных продуктов производства и потребления;

технологические ошибки и просчеты при технических нововведениях и выпуске новых продуктов, происходящие от незнания возможных экологических последствий этих мероприятий;

недостаточно высокие темпы усовершенствования техники и технологии (хотя в ряде производств и снижается выход побочных и остаточных загрязняющих продуктов в расчете на единицу готовой продукции, их абсолютный объем растет в силу опережающего роста объема производства готовой продукции);

достижение определенными технологическими средствами производства объективных для данной технологии пределов экономии материально-энергетических затрат и удовлетворения экологических требований, что должно преодолеваться принципиально новыми техническими решениями;

применение устаревшей техники и технологии для расширения производства;

неудовлетворительное развитие переработки вторичного сырья промышленных и бытовых отходов.

Существенное значение имеет и тот факт, что старая, «классическая», технология большинства производств запрограммирована на получение какого-то одного вида продукции при сбрасывании всех остатков сырья, потребляемого для этой продукции, в отходы производства. Какой-нибудь медеплавильный завод заинтересован лишь в извлечении из руды меди, а имеющиеся в ней никель, цинк, сурьма, сера и другие полезные вещества идут в отходы. Это положение хотя и начинает постепенно преодолеваться, но темпы изменения односторонне направленного производства пока слишком низки.

Очень образно возникшую диспропорцию между производством и технологией охарактеризовал Э. В. Гирусов (1976): «Присоединять к этой устаревшей технологии очистные сооружения, пусть даже самые совершенные, все равно, что, скажем, к сохе присоединить трактор. Оснащение современного производства очистными сооружениями следует рассматривать как хотя и очень важный, но только этап на пути совершенствования природопользования. Одновременно с проведением этого этапа нужно переходить к следующему более важному и радикальному этапу — перестройке самого типа технологии производства».

Таким образом, речь идет о принципиальном изменении характера производства: вместо промышленности по производству железа должна быть промышленность

по переработке железных руд, одним из продуктов которой будет и железо; вместо промышленности по производству поваренной соли должна быть промышленность по комплексной переработке каменной или самосадочной соли, одним из продуктов которой будет и поваренная соль, и т. д. Речь идет о смене современной технологии производства на малоотходную и безотходную, предусматривающую полную (в пределах технологических, технических и экономических возможностей) утилизацию всех компонентов потребляемых производством природных сырьевых ресурсов с максимально возможным на данном уровне развития КПД. Все технические предпосылки для такого перехода уже имеются в современном производстве, они созданы научно-техническим прогрессом. Нужны лишь экономические и социальные стимулы и механизмы для его осуществления.

Вопрос о малоотходной и безотходной технологии — это вопрос не только техники, вернее не столько техники, сколько экономики и организации производства. Внедрение безотходной технологии требует перестройки буквально всей промышленности и сырьевой базы, требует огромных экономических преобразований, с чем и связано ее крайне медленное внедрение. Однако пока и технические возможности безотходной технологии не безграничны, наглядным примером чему служит наиболее, пожалуй, контролируемое производство атомной энергии, где отходы производства только ядерного топлива из урановой руды превышают 99% добычи исходного сырья, не говоря уже о побочных продуктах (тепло, радиоактивные вещества). Поэтому, как отметил академик Б. Н. Ласкорин (1980), если в методах промышленного производства не будут произведены коренные изменения, то даже при совершенствовании ныне существующих технологических процессов следует ожидать значительного увеличения загрязнения биосферы нашей планеты, напора которого природные системы самоочищения не смогут выдержать. Эта проблема может быть успешно решена только путем создания экологически безопасных, малоотходных и (там, где это возможно) безотходных технологических процессов (Новиков, 1982).

Безотходная технология строится по принципу природных малого биологического и большого геологиче-

ского круговоротов вещества на Земле, где конец одного процесса является началом последующего, а все высвобождаемые одними процессами вещества тут же включаются в другие процессы. Циклический характер потоков вещества и полная реутилизация «отходов» природных процессов — основной принцип существования и развития биосферы Земли. Именно этот принцип и положен в основу безотходной технологии и циклических, замкнутых, схем. Такие новые технологии, включая оборотное замкнутое водоснабжение, уже разрабатываются и постепенно внедряются в жизнь. Их примеры можно найти во многих научно-технических и популярных публикациях последних лет. Имеющиеся данные и специальные исследования этой проблемы «убедительно показывают, что современными средствами науки и техники в обозримое время может быть решена проблема практически полного исключения вредного воздействия промышленности на биосферу за счет эффективной разработки и внедрения новых технологических процессов, ведущих к резкому сокращению, а в перспективе и к полному устранению потерь при добыче, переработке и использовании природных ресурсов» (Ласкорин, 1980).

Реутилизация отходов

Очень важную проблему с точки зрения очищения природной среды от промышленных и коммунальных загрязнений и экономии природных ресурсов составляет реутилизация отходов и утиля, которые, вообще говоря, могут служить весьма ценным вторичным сырьем для промышленного производства нужных человеку веществ и материалов. О количественной стороне дела можно судить на примере муниципальных отходов, содержащих большое количество полезных компонентов (табл. 21). Только металлов из них может быть изъято порядка 100 млн. т ежегодно; бумага и древесина муниципальных отходов может сэкономить многие тысячи гектаров зеленого леса; 125 т консервных банок дают 1 т олова, эквивалент 400 т руды. В целом около 80% всего объема коммунальных отходов имеют потенциальную ценность сырья для производства различной полезной продукции. К сожалению, однако, промышленная переработка этого ценного сырья развивается пока

Таблица 21

Важнейшие компоненты твердых муниципальных отходов

Компоненты	Содержание, %	Годовой мировой объем, млн. т	
		оценка на 1970 г.	прогноз на 2000 г.
Металлы	9	93	275
Стекло	9	93	275
Бумага	50	515	1525
Древесина и растительные остатки . . .	10	103	305
Тряпье, кожа, резина, пластики и пр. . .	10	103	305
Пищевые остатки	10	123	365
Всего	98	1030	3050

медленно, и отходы продолжают загрязнять среду, особенно в городах.

Реутилизация металлов — важнейший резерв экономии природного сырья. Дело в том, что огромное количество металла ежегодно выбрасывается в среду в результате изнашивания и коррозии металлических предметов, изделий, оборудования, включая автомобили, сельскохозяйственные машины, трубы и т. п. Реутилизация — это отношение потребленного металла старого утиля к общему потреблению первичного металла плюс металл нового утиля в процентах. Рассчитанный таким путем коэффициент утилизации, например, в США в 1969 г. составил (%): серебро — 66, свинец — 36, медь — 25, железо — 19, олово — 17, ртуть — 14, никель — 7, цинк — 5, алюминий — 3, кадмий — 3. Роль вторичного потребления металлов в их общем потреблении может быть проиллюстрирована следующими цифрами для США за 1967 г.

	Первичное потребление		Вторичное потребление		Общее потребление	
	млн.т	%	млн.т	%	млн.т	%
Медь	1,5	55	1,2	45	2,7	100
Алюминий	3,8	81	0,9	19	4,7	100
Свинец	0,75	58	0,55	42	1,3	100
Цинк	1,33	84	0,26	16	1,6	100

Однако, несмотря на существенную роль вторичного сырья для производства металла, доля его утилизации

повышается медленно, а местами даже снижается (рис. 25) в связи с тем, что вторично добываемые из утиля металлы получают главным образом в сплавах, а не в чистом виде, что ограничивает их производство. При внедрении новых технологических процессов эту проблему можно будет успешно решить.

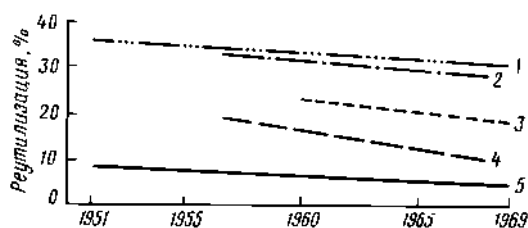


Рис. 25. Снижение реутилизации металлов в США в 50—60-х гг. (Material Needs and the Environment Today and Tomorrow, Washington, 1973):

1 — алюминий, 2 — резина, 3 — бумага, 4 — олово, 5 — черные металлы

С экологической точки зрения промышленное использование вторичного минерального и органического сырья выбросных газов, пыли, золы, шлаков, сточных вод, твердых отходов и побочных продуктов производства и быта имеет двойное значение: во-первых, очистка среды от загрязнений и, во-вторых, экономия ограниченных природных ресурсов.

В СССР этому вопросу придается весьма важное государственное значение: существует государственная система и ежегодный план заготовок вторичного сырья; создаются предприятия по его переработке; широко привлекаются население и общественные организации к сбору вторичного сырья, особенно многомиллионная армия школьников; разработана и осуществляется система материального стимулирования. Все эти меры приносят ощутимый экономический и природоохранный результат. В 1980 г., например, около 33% стали, 25% бумаги и картона, 20% цветных металлов, 20% серной кислоты было произведено из вторичного сырья. За 1976—1980 гг. было переработано около 236 млн. т металлов, что принесло экономический эффект, измеряемый 4,9 млрд. руб. прибыли. За этот же период переработка отходов бумаги, тканей, автомобильных по-

крышек, полимерных материалов и других отходов производства и быта позволила произвести более чем на 5 млрд. руб. промышленной продукции и сэкономить 43 млн. м³ древесины, 600 тыс. т синтетического каучука, 850 тыс. т соды, около 2 млн. т природного и искусственного волокна, 350 тыс. т бензина; замена свежей целлюлозы вторичным сырьем для производства бумаги и картона позволила сэкономить 2,2 млрд. квт·ч электроэнергии и 305 млн. м³ чистой воды. Использование металлургических шлаков на десяти крупных предприятиях страны позволило довести годовую экономию материалов до: 24 млн. м³ горных пород, 1,5 млн. т известняка, 290 тыс. т марганцевой руды, 220 тыс. т суперфосфата, 300 тыс. т агломерата, 200 тыс. т ферросиликата, 1,5 млн. т металла. Предприятия по производству стройматериалов ежегодно перерабатывают более 400 млн. т отходов других производств; только цементная промышленность в 1980 г. использовала 27,1 млн. т различных отходов для производства цемента. Из отходов деревообрабатывающей промышленности ежегодно производится более 2 млн. т целлюлозы, 1,7 млн. м³ древесно-стружечных и опилочных плит, 1 млн. т кормовых дрожжей и много другой продукции. Однако в этой области предстоит сделать еще очень многое и, прежде всего, решить технологические задачи переработки и использования вторичного сырья.

Работа в глобальном масштабе по утилизации отходов и побочных продуктов только-только начинается. Ряд стран относится к этому делу очень серьезно на уровне государственной политики, как в СССР и других социалистических странах. Ведется большая работа и в некоторых капиталистических странах. Например, в Швейцарии, из 1 млн. т потребленной бумаги 405 тыс. т было использовано повторно, что позволило спасти 10 тыс. га леса; 37% старого стекла здесь идет в переплавку, что позволяет сэкономить 22,5% энергии в стекольной промышленности и соответствующее количество материалов. Однако в капиталистических странах эта деятельность ограничивается частнособственническими принципами и погоней за максимальной прибылью.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Почему современное производство интенсивно загрязняет атмосферу?

2. Является ли загрязнение экосферы неизбежным следствием научно-технического прогресса?
3. Какова роль технологии в загрязнении среды?
4. Что такое безотходная технология?
5. Может ли быть технология полностью безотходной?
6. Почему безотходная технология медленно внедряется в жизнь? Каковы социально-экономические и технические факторы этого внедрения?
7. Найдите в литературе факты применения безотходной технологии в металлургии, в химической промышленности, в переработке древесины, в других отраслях экономики.
8. Имея в виду факторы концентрации и разбавления, определите, пользуясь цифровым материалом таблиц и текста данной главы, какая отрасль экономики является наиболее загрязняющей окружающую среду и ее отдельные компоненты (атмосферу, гидросферу, педосферу, литосферу, биосферу): сельское хозяйство, промышленность, коммунальный сектор, горнодобывающая промышленность, транспорт?
9. Каковы ближайшие и отдаленные перспективы существенно-го сокращения и полного прекращения загрязнения экосферы?

Глава 8

ПРОБЛЕМА ВОДЫ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Возникновение водной проблемы

Вода является незаменимым пререквизитом существования и развития жизни на Земле, в том числе и человечества. Легкая доступность воды для большинства людей привела к тому, что на нее стали смотреть как на неистощимый дар природы. Однако XX в. принес человеку новое отношение к воде — напряженную борьбу за воду нужного количества и нужного качества, даже в гумидных районах мира. Рост населения, индустриализация, урбанизация и развитие земледелия требуют все новых и новых количеств пресной воды; эти же факторы способствуют все большему ухудшению ее качества. И уже не прогноз, а констатация факта: миру грозит критическая нехватка воды необходимого качества для поддержания будущего роста и развития, если не будет радикально исправлено управление водными ресурсами (UNWC, 1976).

Теоретически глобальный запас воды может обеспечить все растущие нужды человечества, настолько он

колоссален. В реальности же традиционные источники водоснабжения (поверхностный сток и подземные воды) распределены на земной поверхности крайне неравномерно. Одни районы страдают от избытка воды и связанных с ней стихийных бедствий; другие имеют избыток воды, но не всегда в нужном месте и в нужное время; третьи постоянно страдают от недостатка воды. Практически все население мира страдает от проблем, связанных с водой, вследствие действия следующих факторов (UNWC, 1976).

1. Снабжение достаточно чистой питьевой водой недостаточно по крайней мере одной пятой городских жителей мира и трем четвертям сельского населения; во многих странах менее половины городского населения и менее одной десятой сельского населения имеют адекватное водоснабжение.

2. Бесконтрольная концентрация населения и промышленности в крупных городских центрах нарушила их водоснабжение и создала проблему удаления отходов.

3. Беспрецедентное развитие индустрии, энергетики и земледелия привело к колоссальному загрязнению водных источников токсическими веществами, в частности потенциально канцерогенными и мутагенными.

4. Социально-экономическая отсталость и изолированность сельских местностей, где проживает сейчас большинство населения мира, не позволяет развивать в них необходимое водоснабжение.

5. Расширение производства сельскохозяйственной продукции в засушливых районах на базе ирригации и мелиорации земель привело к предельному исчерпанию водных ресурсов многих районов.

6. Запасы грунтовых вод во многих районах исчерпываются без их восполнения.

7. Водопользование во многих случаях неэффективно и расточительно.

8. Технология развития водных ресурсов достаточно дорога и не может быть свободно использована во всех районах, где она необходима.

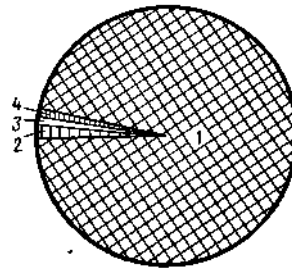
9. Растет конкуренция водопользователей (промышленность, энергетика, земледелие, транспорт, рыбное хозяйство, коммунальное водопотребление) по мере роста потребностей в воде.

Вследствие отсутствия адекватного водоснабжения

значительной части населения мира растет заболевание людей болезнями, связанными с недостаточно чистыми водоемами: гастроэнтериты — 400 млн. случаев в год, шистосомиазис — 200, филяриатозы — 200, малярия — 160, онхоцеркоз — 20—40 млн. (Biswas, 1981).

Все перечисленные факторы действуют в разной степени и в разных сочетаниях в разных социально-экономических системах и разных странах, разные будут и непосредственные проблемы воды, которые можно назвать местными, локальными, региональными или национальными. Однако есть общие мировые, или, вернее, одни и те же проблемы, требующие международного сотрудничества для их решения на уровне гидросферы планеты. При этом приходится иметь в виду следующее. Во-первых, общее количество воды на Земле фиксировано и не может быть ни уменьшено (как, скажем, свободный кислород, уголь или нефть), ни увеличено (как, например, углекислый газ, растительная или животная биомасса); природный гидрологический цикл делает глобальный запас воды практически неисчерпаемым. Во-вторых, локальные запасы воды могут быть довольно быстро исчерпаны или стать непригодными для использования вследствие загрязнения. В-третьих, только небольшая часть общего запаса воды на Земле доступна для непосредственного использования человеком (менее 1% всего запаса пресной воды, которая содержится в реках, озерах, болотах и подземных водах; 99% пресных вод — это ледники и глубинные подземные воды (рис. 26).

Рис. 26. Соотношение главных видов воды в ее общем мировом запасе: 1 — мировой океан (96,5%), 2 — ледники и постоянный снежный покров (1,74%), 3 — доступная пресная вода подземных вод и поверхностного стока; 4 — глубинные подземные воды (0,97%)



Водные запасы и ресурсы мира

Оценки последних лет (Львович, 1974; Советский национальный комитет МГД, 1974; Baumgartner and Reichel, 1975) показывают, что общий запас воды на Земле составляет $1,3-1,4 \cdot 10^9$ км³, из которых 96,7—97,3% — вода Мирового океана с минерализацией 35 г/л. Пресная вода, т. е. имеющая минерализацию до 1 г/л, составляет лишь 2,5—2,7% общего объема свободной воды планеты, причем 69—77% ее содержится в ледниках, постоянных снежных покровах и подземных льдах зоны многолетнемерзлых пород, а 23—30% — это подземные глубинные воды (табл. 22).

Вода ледников и снежных покровов составляет 24 364 тыс. км³, или почти 70% всех запасов пресной воды на Земле. Льды покрывают более 16 млн. км² суши, почти полностью будучи сосредоточены в Антарктиде (14 млн. км²) и Гренландии (1,8 млн. км²); оставшаяся часть ледников — это острова Арктики и горные вершины. В СССР ледниковые покровы арктических островов составляют 55 тыс. км² (Новая Земля — 24,4, Северная Земля — 17,5, Земля Франца-Иосифа — 13,7), а горные ледники — 20 (на Кавказе — 1,43, на Памире — 8,04, на Тянь-Шане — 6,9, на Камчатке и Корякском нагорье — 1,51 тыс. км²). Общий объем льда на планете составляет около 27 млн. км³, что при средней плотности 0,9 дает 24,4 млн. км³ воды, из которых 21,6 млн. км³ находится в Антарктиде.

В качестве водных ресурсов вода ледников в настоящее время практически не играет никакой роли, если не считать небольшого участия высокогорных ледников в питании некоторых рек да гипотетических планов Саудовской Аравии буксировать айсберги Антарктиды к берегам Аравийского полуострова. В будущем же человечество сможет использовать этот потенциальный источник пресной воды в своих нуждах, если сумеет при этом оценить все возможные экологические последствия такого шага и предотвратить возможные негативные результаты.

Подземные воды составляют около 30% общего запаса пресных вод на Земле, или 10,5 млн. км³, будучи сосредоточенными в порах и трещинах горных пород земной коры. Пресные подземные воды, как правило,

Таблица 22

Мировые запасы воды (Советский национальный комитет МГД, 1974)

Виды воды	Площадь распростране- ния, тыс. км ²	Объем, тыс. км ³	Слой, м	Доля в мировых запасах, %	
				от общих запасов воды	от запасов пресных вод
Мировой океан	361 300	1 338 000	3700	96,5	—
Подземные воды (гравитационные и капиллярные)	134 800	23 400	174	1,7	—
Прелужественно пресные подземные воды	134 800	10 530	78	0,76	30,1
Почвенная влага	82 000	16,5	0,2	0,001	0,05
Ледники и постоянный снежный покров	16227,5	24064,1	1463	1,74	68,7
Антарктида	13 980	21 600	1546	1,56	61,7
Гренландия	1802,4	2 340	1298	0,17	6,68
Острова Арктики	226,1	83,5	369	0,006	0,24
Горные районы	224	40,6	181	0,003	0,12
Подземные льды зоны многолетнемерзлых пород	21 000	300	14	0,022	0,86
Вода озер	2058,7	176,4	85,7	0,013	—
пресных	1236,4	91	73,6	0,007	0,26
соленых	822,3	85,4	103,8	0,006	—
Вода болот	2682,6	11,47	4,28	0,0008	0,03
Вода в руслах рек	148 800	2,12	0,014	0,0002	0,006
Биологическая вода	510 000	1,12	0,002	0,0001	0,003
Вода в атмосфере	510 000	12,9	0,025	0,001	0,04
Общий запас воды	510 000	1385984,61	2718	100	—
Пресная вода	148 800	35029,21	235	2,53	100

залегает в толще до глубины 150—200 м, а ниже сменяются солеными, объем которых, вероятно, вдвое больше.

Подземные воды распространены на той или иной глубине практически по всей территории суши земного шара и эксплуатируются человеком, как и речные воды, с самых древнейших времен. По сравнению с речными или озерными водами, как источник водоснабжения, они имеют ряд преимуществ: они более чистые, имеют постоянную температуру и, самое главное, есть практически всюду, в частности и в пустынных районах, где нет поверхностных вод. Так, даже под величайшей пустыней мира Сахарой располагается грандиозный подземный бассейн пресной воды объемом 12—15—60 тыс. км³, что в 40—200 раз больше объема Азовского моря. Происхождение этого бассейна спорно. О. А. Спенглер (1980) считает, что Сахарский водный бассейн получает воду от дождей, выпадающих на Средиземноморском побережье и в горах Атласа и пополняющих запас подземных вод со скоростью 23 м³/с при расходе артезианских вод в оазисах порядка 19 м³/с. Амброгги (Ambroggi, 1966) полагал, что пополнение подземных вод Сахары происходит за счет грунтового потока с юга объемом 4·10⁹ м³/год, образуемого просачивающимися водами дождей, выпадающих в Экваториальной Африке. В то же время новейшие изотопные исследования (Soppatag et al., 1979) показали, что во внутренней Сахаре грунтовые воды погребенные и не пополняются в настоящее время, что нет разницы в возрасте воды (по соотношению изотопов дейтерия и ¹⁸O) на юге и севере бассейна, а следовательно нет и ее обновления; движение грунтовых вод имеет лишь локальное значение в некоторых районах Сахары; основной запас подземной воды в Сахаре образовался от 5000 до 20 000 лет назад во время плейстоценового Атлантического периода.

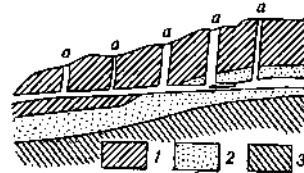
Крупные бассейны подземных вод имеются в пустынях Австралии, Средней Азии, а также и в других районах мира (Московский, Днепровско-Донецкий, Западно-Сибирский и др.).

Несмотря на технические трудности эксплуатации подземных вод, в ряде районов мира они служат существенным, а местами (в пустынях) и единственным, источником водоснабжения и интенсивно используются человеком с древнейших времен. В США подземными

водами орошается почти половина всех орошаемых земель, в Индии — одна треть, в Мексике — одна пятая. В СССР подземные воды составляют около 20% всех используемых пресных вод, в США — 22%, во Франции — 33%. Существенную роль подземные воды играют в водоснабжении человеческих поселений: сельские колодцы, городские скважины. Еще в конце прошлого века водоснабжение таких крупных городов, как Нью-Йорк, Лондон, Париж, Москва почти полностью базировалось на артезианских подземных водах, а Мехико снабжался водой из скважин до недавнего времени.

Одним из древнейших гидротехнических сооружений явились водосборные галереи — канаты или кяризы (рис. 27), первые из которых, вероятно, были построены

Рис. 27. Схема подземного водосборного каната (кяриза):
1 — безводные породы кровли, 2 — водоносный слой, 3 — водоупор; а — вспомогательные колодцы (Biswas, 1970; Спенглер, 1980)



в Армении несколько тысяч лет назад (Biswas, 1970), а оттуда проникли в Иран, Афганистан, государства Средней Азии, где они местами действуют и до сего времени. Одна из наиболее древних систем канатов находится близ города Дизфуля в Иране, где одна парная галерея подает воду в город, а две — на окрестные поля. Канаты действуют по принципу самотека и достигают длины 40—45 км и глубины 130 м при уклоне 1—3%. Их общая длина в мире составляет, вероятно, 0,5 млн. км (Спенглер, 1980).

Почвенная вода, запас которой на Земле около 16,5 тыс. км³, или 0,05% от общего запаса пресной воды, атмосферная вода (12,9 тыс. км³, или 0,04% от общего запаса) и биологическая вода (1,12 тыс. км³, или 0,003% от общего запаса) в водоснабжении в качестве компонента водных ресурсов роли не играют.

Общее количество озерной воды составляет 91 тыс. км³, или 0,26% от общего запаса пресных вод, но озера распространены на земной поверхности крайне неравномерно: наибольшее количество пресных озер в областях последних щитовых оледенений (Скандинавия, Канада) и крупных тектонических разломов (Рифто-

вая долина Африки). В пределах СССР находится более 2,8 млн. пресных и соленых озер, 98% которых — это мелководные бассейны с площадью менее 1 км². Основные запасы воды сосредоточены в немногих крупных озерах: Байкал содержит 23 тыс. км³, более четверти всех мировых запасов пресной озерной воды, Ладожское озеро — 908 км³.

Кроме озер много воды содержится и в искусственных водохранилищах: только в 143 наиболее крупных водохранилищах мира содержится 4286 км³.

Болотная вода, составляющая 0,03% от общего запаса пресных вод, или 11,5 тыс. км³, играет в целом малую роль в водных ресурсах мира. Общая площадь болот на суше земного шара около 3 млн. км², или 2% суши, из них почти 60% находятся в пределах СССР (9% территории) и около 30% — в бассейне Амазонки в Южной Америке.

Вода русел рек (единовременный запас воды в реках) составляет всего лишь 0,006% от общего запаса пресной воды на Земле, или только 2,12 тыс. км³, но благодаря свойству текучести и обмена именно она является главным водным ресурсом мира.

В СССР имеется около 3 млн. рек различной длины с общим запасом воды около 235 км³:

Длина реки	Количество
до 10 км	2 812 587
10—25 км	113 974
25—100 км	32 733
100—500 км	3843
более 500 км	260

Самые длинные реки мира: Нил (с Кагерой) — 6670 км, Амазонка (с Укаяли) — 6280, Миссисипи (с Миссури) — 5985 км. В СССР наиболее длинная река — Лена (4400 км). По площади водосборного бассейна три наиболее крупные реки мира: Амазонка — 6915 тыс. км², Конго — 3820 и Миссисипи — 3220 тыс. км²; в СССР самый крупный бассейн у Оби — 2990 тыс. км². Что же касается расхода воды в единицу времени, то наиболее водоносными являются Амазонка — 220 тыс. м³/с, Конго — 44,9 и Ганг с Брахмапутрой — 39 тыс. м³/с; в СССР наиболее обильной рекой является Енисей — 19,8 тыс. м³/с.

Под воздействием солнечной энергии вода движется в бесконечном гидрологическом цикле с океана в ат-

мосферу, из атмосферы назад в океан или на сушу, а с суши снова в океан. Это огромная тепло- и водообменная установка Земли, гигантский перегонный аппарат, включающий Солнце, гидросферу и атмосферу. Поскольку океан составляет семь десятых земной поверхности, значительная часть испаряемой им воды в виде атмосферных осадков поступает обратно, не участвуя в гидрологических процессах суши. Таким образом, только та часть атмосферных осадков, которая выпадает на сушу и не испаряется в атмосферу, становится природным ресурсом пресной воды, доступным для человека и других организмов биосферы, т. е. практически это поверхностный сток суши, составляющий 40—47 тыс. км³ в год (рис. 28). Соответственно годовые, восполняемые гидрологическим циклом запасы пресной воды по континентам составляют (тыс. км³): Европа — 3,0, Азия — 13,2, Африка — 4,1, Австралия — 2,3, Северная Америка — 6,7, Южная Америка — 11,2, Антарктида — 2,2, суша в целом — 42,7. Если же рассчитать на единицу площади, то наиболее богатым возобновляемым запасом воды континентом является Южная Америка, а наиболее бедным — Африка (Европа — 2500 м³/га, Азия — 3143, Африка — 1367, Австралия — 2556, Северная Америка — 2792, Южная Америка — 6222, Антарктида — 1571, суша в целом — 2866 м³/га). При этом нужно иметь в виду и существенные внутриконтинентальные различия: изобилие воды, например, в Экваториальной Африке и почти полное отсутствие ее в пустынях южной и северной частей континента.

Глобальный круговорот воды объединяет все водные ресурсы Земли в единую физическую систему гидросферы, хотя ежегодный объем круговорота составляет лишь 496—577 тыс. км³, или 0,04% всей воды гидросферы, и обеспечивает существование жизни на Земле, а также малый биологический и большой геологический круговороты веществ планеты. На поддержание этого гигантского водного цикла тратится 23% всей солнечной энергии, поступающей на земную поверхность. О временных характеристиках этого круговорота можно судить по данным М. И. Львовича (1974) по активности водообмена (полная смена массы воды):

мировой океан	2600 лет
глубинные подземные воды	2000 >
пресные подземные воды	880 >

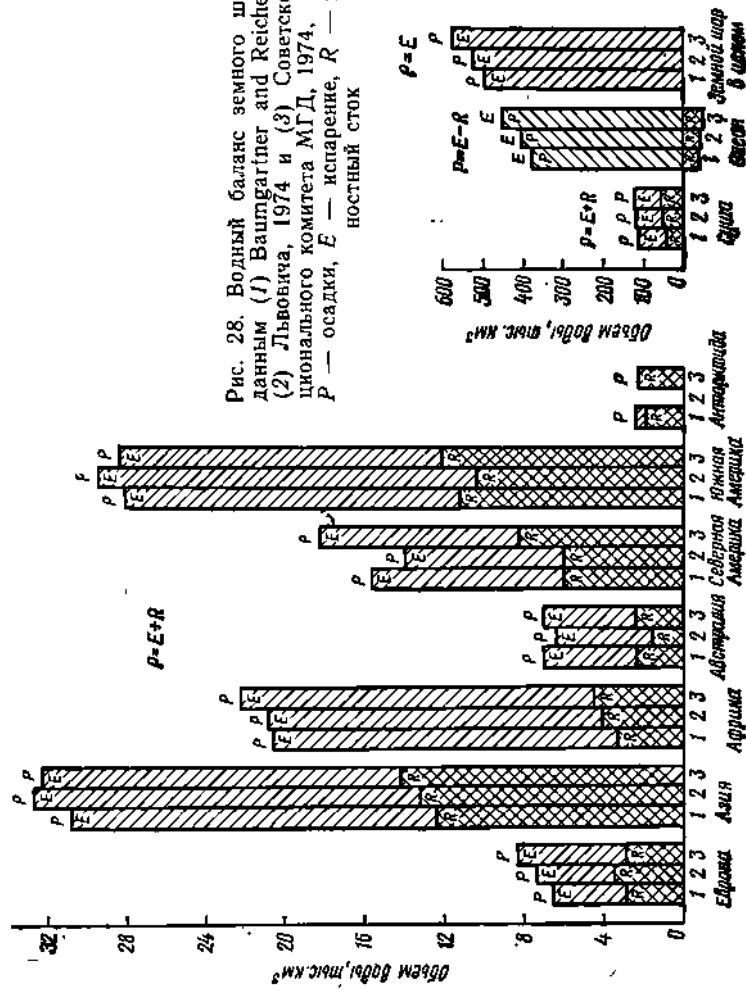
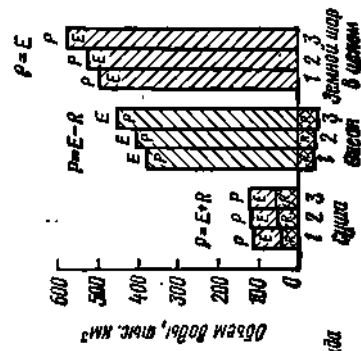


Рис. 28. Водный баланс земного шара по данным (1) Вашиггера и Рейселя 1975; (2) Львовича, 1974 и (3) Советского национального комитета МГД, 1974. P — осадки, E — испарение, R — поверхностный сток



почвенная вода	1 год
полярные и горные ледники	9700 лет
подземные льды	10000 >
озерная вода	17 >
болотная вода	5 >
вода в руслах рек	16 дн
вода в атмосфере	80 >
вся гидросфера	2400 лет

Если оперировать средними величинами, то на одного жителя Земли в год приходится примерно 11 тыс. м³ речной воды, но обеспеченность разных регионов существенно различна вследствие разной обеспеченности стоком и разной плотности населения: Австралия — 27 тыс. м³/год, СССР — 18,8 (РСФСР — 31,6), США — 10, Китай и Индия — 3, ФРГ — 1,5, Нидерланды — 0,8 тыс. м³/год.

Различные природные условия водообеспеченности заставляли человека с древнейших времен заботиться о перераспределении воды, что составляет большую проблему и сейчас.

Потребление воды

Мировое использование и потребление пресной воды непрерывно возрастало в начале XX в. и продолжает увеличиваться ускоренными темпами. Главный рост водопотребления связан не с простым увеличением количества населения планеты, как это иногда представляется, а с бурным ростом производства и развитием земледелия (рис. 29). Промышленное водопотребление с начала века к нашему времени увеличилось более чем в 20 раз, а его доля в общем водопотреблении выросла с 8 до 21% к 1975 г. и, согласно прогнозам, в 2000 г. составит 32% (табл. 23). Сельскохозяйственное водопотребление за этот же период выросло в 6 раз, а доля его в общем водопотреблении снизилась с 87 до 70% и к концу века снизится еще. Что же касается коммунального водопотребления, то, хотя общий объем его с начала века к 1975 г. и вырос в 7 раз, доля его в общем водопотреблении меняется мало и остается незначительной.

Наибольшее водопотребление отмечается в Азии (56% от общего мирового) преимущественно для сельскохозяйственных целей, а наименьшее в Австралии (менее 1% от общего мирового) (рис. 30). Соотношение между разными видами водопотребления на различных

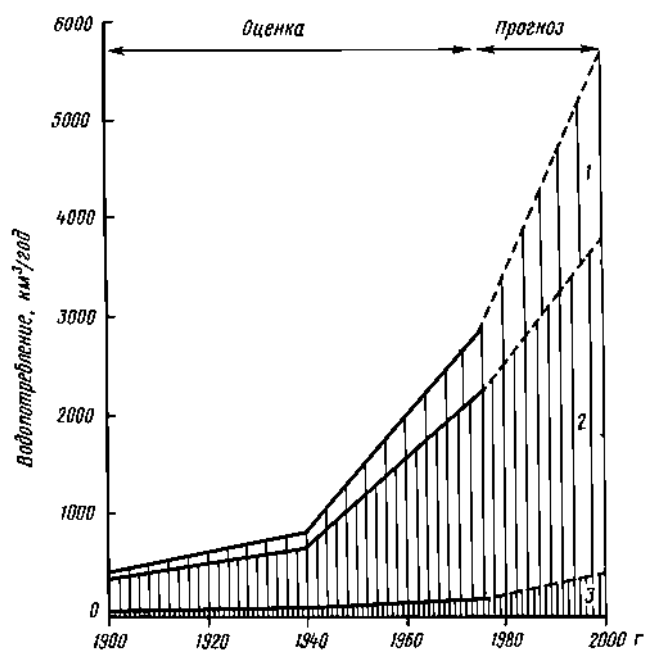


Рис. 29. Рост мирового водопотребления в XX в.:
 1 — промышленностью, 2 — сельским хозяйством, 3 — водоснабжением населения (по данным Спенглер, 1980)

Таблица 23

Рост полного водопотребления в XX в. и его главных компонентов (Спенглер, 1980)

Водопотребление	1900 г.		1940 г.		1975 г.		2000 (прогноз)	
	км³/год	% от общего	км³/год	% от общего	км³/год	% от общего	км³/год	% от общего
Водоснабжение населения	20	5	40	4,8	147	5	440	7
Промышленность	30	8	120	15	633	21	1900	32
Сельское хозяйство	350	87	660	80	2074	70	3400	57
Водохранилища	0	0	2	0,2	112	4	240	4
Всего	400	100	822	100	2966	100	5980	100

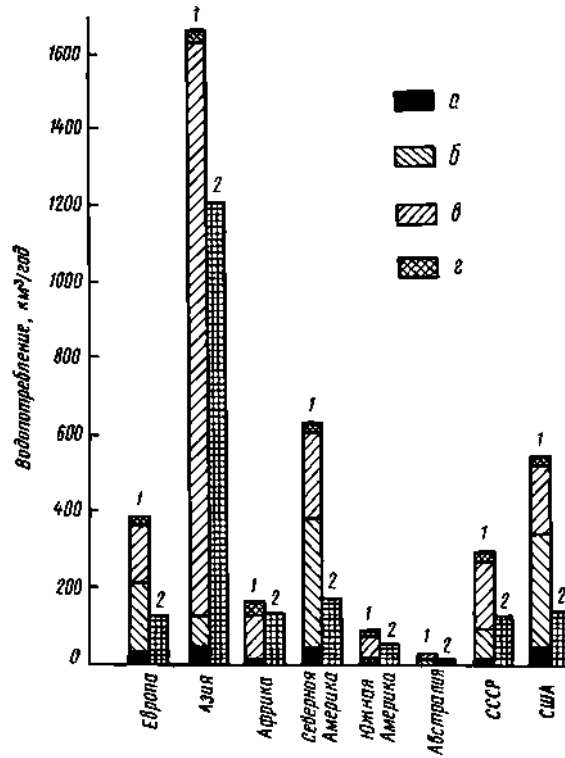


Рис. 30. Годовое полное (1) и в том числе возвратное (2) водопотребление различных регионов мира в 1975 г.: а — для водоснабжения населения, б — промышленностью, в — сельским хозяйством, г — водохранилищами (по данным Спенглер, 1980)

континентах и в разных странах существенно различается: если в Европе промышленность потребляет 48% общего количества потребляемой воды, а сельское хозяйство — 39%, то в Азии их доля составляют соответственно 5 и 88%, в Африке — 4 и 72%, в Северной Америке — 36 и 36%, в Южной Америке — 14 и 70%, в Австралии — 36 и 50%, в СССР — 28 и 62%, в США — 56 и 33%. В целом мировое водопотребление составляет около 7% всего годового речного стока (от 0,7% в Южной Америке до 12% в Европе).

С целью прогнозного роста водопотребления терри-

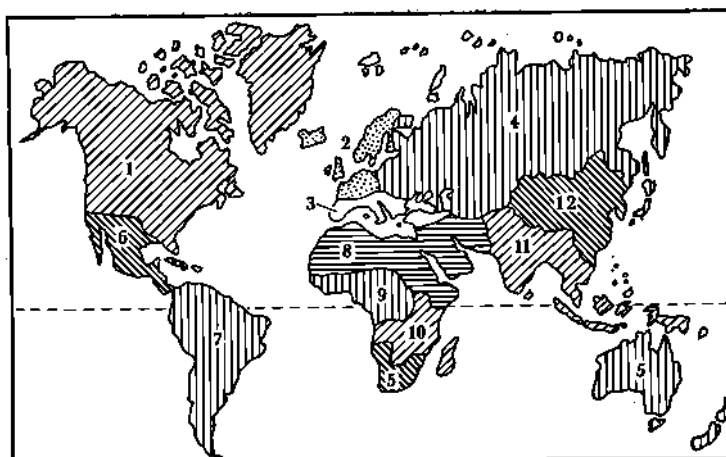


Рис. 31. Прогнозные гидрологические регионы мира (Leppart et Magé, 1976):

1 — США, Канада, Гренландия, 2 — Северная Европа, 3 — Южная Европа, 4 — Восточная Европа и СССР, 5 — Южная Африка и Австралия, 6 — Центральная Америка, 7 — Южная Америка, 8 — Северная Африка и Передняя Азия, 9 — Центральная Африка, 10 — Восточная Африка, 11 — Индостан и Юго-Восточная Азия, 12 — Монголия и Китай

тория суши земного шара была разделена на 12 прогнозных гидрологических районов (рис. 31), по которым были проведены расчеты возможного водопотребления в соотношении с доступными ресурсами пресной воды (табл. 24). Согласно этим расчетам, катастрофическая ситуация с водой ожидается лишь в Северной Африке и Передней Азии, в целом же в мире ресурсы будут намного превышать возможные в ближайшей перспективе потребности в воде.

Глобальные и континентальные цифры, хотя и дают в целом весьма успокоительную картину (если даже глобальное водопотребление к 2000 г. и достигнет $6000 \text{ км}^3/\text{год}$, то все равно это составит лишь 14—15% мирового речного стока), не позволяют вскрыть и оценить существующее положение: вода есть там, где она не нужна; ее нет там, где ее остро не хватает.

Необходимо различать несколько категорий потребления воды человеком:

Таблица 24

**Баланс легкодоступных водных ресурсов и водопотребления
по прогнозу на 2000 г. (Lennart et Mare, 1976)**

Регион мира	Легко- доступные водные ресурсы, км ³ /год	Водопотребление в 2000 г.	
		км ³ /год	% от ре- сурсов
США, Канада, Гренландия	3 960	1020	26
Северная Европа	1 250	200	16
Южная Европа	430	180	42
Восточная Европа и СССР	3 140	730	23
Южная Африка и Австралия	930	250	27
Центральная Америка	660	110	17
Южная Америка	4 940	190	4
Северная Африка и Передняя Азия	330	340	103
Центральная Африка	1 320	190	14
Восточная Африка	660	100	15
Индостан и Юго-Восточная Азия	4 870	1750	36
Монголия и Китай	1 930	1020	53
Всего	24 420	6080	25

— водопользование — потребление воды без ее изъятия из водоема (гидроэнергетика, водный транспорт, рыбоводство и рыболовство, рекреации — спорт и отдых);

— водопотребление — потребление воды с ее изъятием из водоема;

— полное водопотребление — потребление воды с ее изъятием из водоема и возвращением (частичным) со сточными и дренажными водами;

— безвозвратное водопотребление — потребление воды с ее изъятием из водоема без возврата в данный водосбор (уходит с выработанной продукцией промышленности и сельского хозяйства, испаряется, перебрасывается в другие водосборы).

Водопользование не ведет к уменьшению водных ресурсов и слабо загрязняет воду; безвозвратное водопотребление уменьшает водные ресурсы, а полное водопотребление как уменьшает водные ресурсы, так и ведет к загрязнению воды.

Коммунальное водопотребление в настоящее время составляет около 147 км³ (на 1975 г.), в том числе око-

ло 25 км³ безвозвратно. Наибольшее количество воды потребляется в городах (300—600 л/сут на каждого жителя), значительно меньше в сельской местности: от 20—30 л/сут на человека в развивающихся странах до 100—120 л/сут в развитых. При этом нужно иметь в виду и резкие различия между разными городами и странами мира: если москвич потребляет 600 л/сут воды, то средний горожанин мира всего лишь 150, а значит есть такие, которые имеют и значительно меньше.

В сельском хозяйстве основная масса воды потребляется на орошение. В настоящее время орошаемые земли в мире составляют около 230 млн. га, из них 170 млн. га — в Азии. В Европе на 1 га орошаемых посевов тратится 4—6 тыс. м³ воды, в США и Мексике — 7,6—8,5 тыс. м³, в Азии — 9—10 тыс. м³, в СССР — 12,5 тыс. м³. Эти различия связаны как с разницей в климатических условиях, так и с различиями в технологии орошаемого земледелия.

В промышленности вода используется как растворитель, теплоноситель, охладитель, механическая среда того или иного процесса. В зависимости от уровня технологии водопотребление для производства одного и того же продукта может быть существенно различным. В настоящее время на 1 т готовой продукции расходуется следующее количество пресной воды (Ласкорин, 1980): уголь — 2 т, кальцинированная сода — 10 т, нефть — 16—18 т, сталь и чугун — 15—20 т, аммиак — 30 т, серная кислота — 25—80 т, азотная кислота — 80—180 т, вискозный шелк — 300—400 т, кордная целлюлоза — 400—500 т, синтетическое волокно — 500 т, хлопчатобумажная ткань — 300—1100 т. Огромных расходов воды требует теплоэнергетика: для тепловых станций на 1 млн. кВт мощности требуется 1,2—1,6 км³ воды в год, а на атомных станциях — в 1,5—2 раза больше.

Много воды безвозвратно теряется (потребляется) при испарении, инфильтрации из водохранилищ и каналов: общий объем испаряющейся в водохранилищах воды составляет около 100 км³/год, а потери воды в каналах достигают 30—50% от водозабора.

На общем благополучном мировом фоне почти исчерпаны все подземные и речные воды в Калифорнии, Бельгии, Рурском бассейне.

Проблема нехватки воды определяется, прежде всего, географической неравномерностью распределения водных ресурсов.

Во-первых, около 60% суши, на которой проживает треть населения мира, — это засушливые территории, испытывающие острый недостаток пресной воды. В северных районах СССР (50% его площади) сосредоточено около 80% речного стока, а в южных засушливых районах страны — лишь 2%; в районах СССР, где проживает 80% населения, производится 80% продукции и имеется 90% всех пахотных земель, водные ресурсы составляют лишь 24% от их общесоюзных запасов (Сленглер, 1980).

Переброска воды из мест ее изобилия в районы, где ее не хватает, путем строительства каналов и других водоводов известна с глубокой древности. Следы гидротехнических сооружений пришли к нам из древнейших цивилизаций египтян в долине Нила, шумеров в Месопотамии, Хараппы в долине Инда, которые процветали около 4000—6000 лет назад (Biswas, 1970). В наше время крупные каналы являются рукотворными реками: Каракумский канал им. В. И. Ленина берет ежегодно из Амударьи 7—8 км³ воды и несет ее более чем на 1000 км; Северо-Крымский канал забирает в год из Каховского водохранилища 8,2 км³ и несет ее в засушливые степи Крыма на 400 км; Большой Ферганский канал несет 6 км³ нарынской воды на 350 км в Ферганскую долину.

По проекту Североамериканского водного и энергетического союза из северных районов Северной Америки будет забираться 120 км³ воды для переброски в южные необеспеченные водой районы. Есть проект переброски воды р. Конго через оз. Чад в Сахару.

Вторая проблема нехватки воды — это неравномерность стока во времени, чередование периодов обильной воды — паводков и периодов недостатка воды — межень. В период весеннего половодья рек СССР, например, по ним проходит от 50 до 100% годового стока в зависимости от района. Человек в какой-то мере научился устранять и этот природный недостаток путем регулирования стока, строя плотины и водохранилища. Строить каналы и регулировать расход воды в реках плотинами человек научился очень давно. Наиболее древние плотины известны в Древнем Египте:

плотина Садд-эль-Кафара к югу от современного Каира была построена между 2950 и 2750 гг. до н. э. и имела высоту более 12 м при длине около 115 м. В наши дни Волга, Днепр и другие крупные реки регулированы каскадом плотин и соответствующих водохранилищ.

Если сформулировать в целом количественный аспект проблемы водных ресурсов, то можно сказать, что в глобальном масштабе проблемы нехватки пресной воды не существует, запас ее достаточно велик для удовлетворения всех нужд растущего человечества. В то же время в ряде регионов мира возникла и принимает угрожающие размеры локальная проблема нехватки воды в связи с неравномерностью распределения водных ресурсов в пространстве и времени и истощением местных ресурсов, что требует соответствующего изменения управления водными ресурсами. Эта проблема особенно усложняется аспектом качества воды.

Загрязнение вод суши

Главная проблема пресных вод нашего времени — это прогрессивно растущие их загрязнение отходами промышленности, сельского хозяйства и быта.

Проблема удаления отходов существует с того самого времени, как человек стал селиться крупными сообществами и организовывать производства, и с тех пор гидрографическая сеть служила главным санитаром окружающей среды. Канализационные сооружения городов известны с эпохи Древнего Рима. Главный канализационный коллектор Рима, известная «клоака максима», представлял собой кирпичную трубу диаметром около 2 м, через которую городские отбросы шли в Тибр и далее в Средиземное море. Канализация с древних времен существует во всех городах мира, закрытая или открытая, и вся она ведет в гидрографическую сеть.

На промышленные, сельскохозяйственные и бытовые нужды в мире сейчас потребляется около 3000 км³ пресной воды в год, из них около 1700 км³ безвозвратно, а 1300 км³ отработанных сточных и дренажных вод сбрасывается в реки, озера и моря.

Если сброс сточных вод не превышает природные способности гидросферы к самоочищению, то ничего неприятного не происходит, в противном же случае имеет место деградация и отравление пресной воды. Расчеты показывают, что уже сейчас на разбавление сточных вод приходится тратить до 40% всего речного стока мира (для доведения их до безопасной концентрации), а в 2000 г. для этой цели потребуется использовать все 100% мирового речного стока. Строительство дорогостоящих очистных сооружений лишь отодвигает сроки качественного истощения водных ресурсов, но не решает эту проблему, что и создает проблему воды в целом. Речь идет не о количественной нехватке водных ресурсов, а о качественном их истощении.

Свыше 50 стран мира уже вынуждены решать сложную проблему снабжения населения питьевой водой. Рейн, несущий стоки Швейцарии, Франции, ФРГ, Бельгии и Люксембурга, приносит в Нидерланды за год тысячи тонн одних только тяжелых металлов, в результате чего в магазинах Роттердама продается в бутылках импортная питьевая вода из Норвегии по цене 50 центов за литр. В г. Бари (Южная Италия) питьевую воду продают по 70 лир за литр. В Сингапуре питьевая вода отпускается по специальным талонам. ФРГ, Нидерланды, Дания ведут переговоры со Швецией о закупке питьевой воды и строительстве соответствующего водопровода по дну Датских проливов. В США почти половина населения вынуждена употреблять для питья воду, уже употребившуюся и вторично очищенную до питьевых стандартов и по качеству существенно уступающую природной воде. В Рейн, эту «сточную канаву» Европы, ежедневно сбрасывается 50 тыс. т промышленных отходов, содержащих мышьяк, хром — 3150 т/год, медь — 1520, цинк — 12300, кадмий — 120, свинец — 1900 т/год, фенолы, детергенты и другие ядовитые вещества. Воду Рейна запрещено употреблять не только для питья, но и для полива садов и огородов, не говоря уже о купании. В г. Сан-Луисе, США, было обнаружено более 100 канализационных выводов, сбрасывающих стоки непосредственно в Миссисипи, после чего вода в ней становится просто ядовитой, не говоря уже о загрязнениях выше по течению. Реки Франции ежегодно выносят в океан 18 км³

жидких отходов. Только Париж сбрасывает в Сену около 1,2 млн. м³ в сутки неочищенных сточных вод. В целом объем промышленных сточных вод достигает огромной величины — около 700 км³ в год.

Одну из наиболее сложных проблем составляет загрязнение природных вод отходами производства синтетических материалов и детергентов (моющих средств), поскольку они крайне стойки химически и биологически, не разрушаются водными микроорганизмами, не оседают.

Вторая проблема — это загрязнение смываемыми дождевыми осадками в гидрографическую сеть с полей синтетическими пестицидами и продуктами их метаболизма, которые также отличаются большой стойкостью в биосфере: как известно, следы ДДТ были найдены в теле белых медведей Арктики и пингвинов Антарктики.

Третья проблема — это загрязнение вод нефтью и нефтяными продуктами, что резко сокращает способность воды к самоочищению за счет газонепроницаемой поверхностной пленки: 1 т нефти покрывает поверхность воды тонкой пленкой на площади 12 км². В 1966 г. в США было 6 млн. подвесных лодочных моторов, выбрасывающих за год 40 млн. л нефтепродуктов, а в 1969 г. в штате Огайо горела р. Кайахога за счет скопившейся в ней нефти.

Четвертая проблема — это снос в гидрографическую сеть с полей избытка минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных, следствием чего является эвтрофикация, «цветение» многих водоемов, особенно крупных водохранилищ с медленным движением воды и обильными мелководьями.

Пятая проблема — это термальное загрязнение гидрографической сети теплыми отработанными водами тепловых и атомных электростанций, в значительных количествах сбрасываемыми в реки и водохранилища. Химически эти воды чистые, но биологически они мертвые, а геохимически малоактивные, так как содержат мало кислорода и углекислоты. Согласно расчетам, в США к 2000 г. ТЭС и АЭС будут потреблять для охлаждения агрегатов до трети всего речного стока и соответственно столько же сбрасывать теплой воды, что вызовет весьма существенные экологические проблемы.

Наконец, еще одна проблема — это засоление вод, используемых в орошаемом земледелии и сбрасываемых с дренажным стоком или фильтрационными водами. Образование за последние десятилетия Сарыкамышского моря — типичный пример этой проблемы.

Таким образом, загрязнение поверхностных и подземных вод суши и необходимость использования их большого объема для разбавления промышленных и коммунальных стоков составляют главную проблему водных ресурсов настоящего времени и ближайшего будущего.

Кризис водных ресурсов и пути его преодоления

Необходимо оценить положение с водными ресурсами на ближайшую перспективу как весьма серьезное, особенно в регионах мира, традиционно испытывающих недостаток пресной воды, что усугубляется и растущей аридизацией суши (Ковда, 1981). Особую тревогу вызывает ухудшение качества воды вследствие интенсивного загрязнения. В некоторых точках мира уже ощущается настоящий водный кризис вследствие истощения местных водных ресурсов или загрязнения водных источников до такой степени, что их вода стала непригодной для непосредственного потребления.

Ситуация с водой в некоторых частях мира приводит и к серьезным политическим международным конфликтам: многолетние конфликты из-за воды между Аргентиной и Бразилией, Бангладеш и Индией, США и Мексикой, США и Канадой, Израилем и соседними арабскими странами. Такая же ситуация приводит и к организации международного сотрудничества стран, располагающихся в едином водном бассейне: Верхняя Волга, Дунай и др. Известны и случаи международного пиратства, как, например, пресловутый план «Гаррисон Дайвершн», согласно которому США собирались сбросить ядовитые и зараженные воды бассейна Миссури в водно-ирригационную систему Канады и далее в Гудзонов залив.

Пути преодоления водного кризиса имеются, и человечество, несомненно, решит эту проблему, хотя и дорогой ценой. Сейчас уже ни у кого не вызывает со-

мнения та простая истина, которая была издревле известна жителям пустынь, что за воду надо платить и платить дорого.

Несмотря на большие общие запасы воды на земном шаре, в том числе и пресной, необходимо рационально управлять водными ресурсами с учетом всех экологических особенностей и последствий этого действия в целях исправления природного неравномерного распределения воды в пространстве и времени и эффективного использования для нужд человека имеющихся ресурсов.

Для восполнения недостатка пресной воды в той или иной точке планеты и удовлетворения экономических и экологических потребностей населения этой территории существует несколько технических способов.

1. Опреснение соленой воды и превращение ее в пригодную для питья и бытовых и технических нужд может достигаться несколькими путями.

Самый простой из известных — это дистилляция, или перегонка, известная человеку с давних времен. Первая опреснительная установка дистилляционного типа производительностью 67 м³/сут была создана в России в 1881 г. в г. Красноводске. В течение 1961—1971 гг. производительность крупных опреснителей в мире увеличивалась на 18% в год. К 1972 г. производительность 812 наземных опреснителей, разбросанных по всему миру, составила 1,39 млн. м³/сут, а к 1975 г. число станций с производительностью более 100 м³/сут выросло до 1036 с общим производством 2,1 млн. м³ пресной воды в сутки. Большинство опреснителей расположено на Аравийском полуострове, на островах Карибского моря, на Средиземноморском побережье Африки. Кувейт получает почти всю свою воду (22 тыс. м³/сут) путем опреснения; Саудовская Аравия создала опреснительные установки производительностью 2,3 млн. м³/сут и стоимостью 12 млрд. долларов; Израиль опресняет около 8,2 тыс. м³/сут морской воды. Предполагается, что общая производительность всех опреснительных установок мира к 1985 г. может достигнуть 76 млн. м³ в сутки. Опреснение морской воды путем дистилляции требует больших затрат энергии (500 млн. калорий или 100 кг угля на 1 м³ воды), а следовательно обходится очень дорого. Постройка опреснительных установок, работающих на атомной

энергии, да еще и дающих электроэнергию одновременно, как в г. Шевченко на Каспийском море, позволяет резко снизить стоимость опреснения и повысить их производительность. Это наиболее перспективный способ опреснения морской воды путем дистилляции.

Второй путь — это непосредственное использование солнечной энергии для нагревания и перегонки, но это пока тоже слишком дорогой и малопроизводительный метод, хотя и имеет большую перспективу технического совершенствования. Гелиоустановки для опреснения соленой воды сейчас конструируются и испытываются во многих странах, в том числе и в СССР (Туркмения, Калмыкия, Краснодарский край, Волгоградская обл.).

Используется для опреснения воды и способ электролиза. В мире известно около 150 электролизных установок, дающих около 15 тыс. м³ пресной воды в сутки. Электролиз требует большого расхода электроэнергии, пропорционального солесодержанию воды, а потому весьма дорог, да и производительность таких установок невысокая.

Известны попытки использовать гиперфильтрацию для опреснения соленой воды, основанную на ионных фильтрах (например, из ферроцианида меди). Однако этот способ также очень дорог и применим лишь в ограниченных масштабах.

Наконец, много внимания было уделено ионообменным установкам для опреснения соленой воды. В малых масштабах такие установки хорошо работают и дают чистую воду, но для производства больших количеств воды малоприспособны и не экономичны.

Таким образом, наибольшие перспективы имеет использование атомной и солнечной энергии для опреснения соленых вод, что может в будущем дать большой экономический и экологический эффект.

2. Межбассейновое перераспределение речного стока позволяет существенно пополнить гидроресурсы страдающих от их недостатка районов за счет отвода части стока из тех районов, где имеется их избыток. В небольших масштабах этот способ использовался человеком очень давно и надежно зарекомендовал себя в качестве весьма эффективного. Наиболее крупные из разрабатываемых в настоящее время проектов такого рода следующие: 1) переброска части стока (25 км³ в год в первую очередь и 60 км³ — во вторую)

рек Сибири в засушливые районы Средней Азии и Казахстана; 2) переброска части стока Дуная через Днестр в Днепр; 3) переброска части стока северных рек европейской части СССР в Волгу и далее в засушливые степные районы Поволжья, Прикаспия и Северного Кавказа; 4) переброска части стока (до 120 км³ в год) рек Аляски и Северной Канады через Скалистые горы в засушливые районы Канады, США и Мексики; 5) переброска части стока верховьев Амазонки через Анды в Перу; 6) переброска части стока р. Конго через оз. Чад в Северную Африку. Если первый из этих проектов сейчас находится на стадии государственной экспертизы и вступает в стадию технического проектирования, а второй и третий уже осуществляются, то три остальных находятся лишь на стадии предварительного рассмотрения возможностей. Осуществление таких крупных проектов требует огромных средств и времени.

Что касается межбассейновой переброски не столь крупного масштаба, хотя по существу дела тоже довольно солидной, то она осуществляется весьма успешно: переброска части стока Амударьи в Туркменские Каракумы по каналу им. В. И. Ленина; переброска части стока р. Нарына в Фергану по Большому Ферганскому каналу; переброска части стока Днепра в засушливые степи Крыма по Северо-Крымскому каналу и т. д.

3. Использование айсбергов Антарктики в качестве источника пресной воды рассматривается в настоящее время вполне серьезно различными национальными и международными организациями. Существуют проекты отбуксирования айсбергов к берегам США, Австралии (достаточно крупный айсберг может обеспечить полугодовую потребность в пресной воде всей Австралии), Южной Америки, Саудовской Аравии. Особенно большую работу в этом направлении ведут богатые нефтью и бедные водой государства Аравийского полуострова. При этом возникает, конечно, много экологических и международно-правовых вопросов, которые требуют внимательного изучения.

4. Использование высокогорных ледников путем искусственного форсирования снеготаяния в горах и за счет этого пополнения стока берущих там начало рек рассматривалось некоторыми гидрологами как один

из возможных путей решения проблемы водоснабжения. Однако здесь также возникает много экологических проблем, в частности проблема нарушения природного водного баланса, что требует внимательного изучения.

5. Строительство сверхглубоких скважин в ряде стран, имеющих безводные пустыни с глубинными подземными запасами воды. Такие проекты серьезно рассматриваются в Египте и других странах Северо-Восточной Африки, где с помощью ЮНЕП был разработан международный проект использования регионального подземного водоносного бассейна. Глубина таких скважин может превышать 1000 м. Добыча этих вод даст возможность человеку снова жить в пустыне. Однако технические сложности и дороговизна строительства таких скважин, а также недостаточная выясненность гидрогеологической обстановки (в частности, не ясно, будут ли хоть в какой-то степени восполняться эти запасы воды или они будут полностью исчерпаны за какой-то промежуток времени, пусть даже и длительный) не позволяют пока приступить к осуществлению этих проектов.

6. Искусственное создание и пополнение резервуаров подземных вод рассматривалось международными организациями по предложению шведских гидрогеологов. Согласно их расчетам, в районах, где природное пополнение подземных вод отсутствует или недостаточно, а в то же время есть геологические слои с хорошими водоносными характеристиками, пополнение воды может быть искусственно увеличено. В Швеции таким путем перезаряжается до 50% расходуемых на коммунальное водоснабжение грунтовых вод. Техника перезарядки подземных вод включает в себя снижение испарения, перевод поверхностного стока в подземный, особенно в годы и сезоны избытка атмосферных осадков, создание определенных гидравлических ситуаций путем откачки воды из одних слоев и усиления ее фильтрации в другие под влиянием разрежения, использование трещиноватости плотных горных пород.

7. Искусственное увеличение атмосферных осадков в засушливых районах путем «засева облаков» или создания облачности искусственными ядрами конденсации атмосферной влаги испытывалось давно в ряде стран и дало обещающие экспериментальные резуль-

таты. Практически, однако, эта техника внедряется мало, поскольку требует наличия специфических атмосферных ситуаций, которые отнюдь не всегда образуются там, где надо и когда надо, да и искусственный дождь часто уходит в сторону от того района, над которым он вызывается.

8. Очистка сточных вод используется человеком очень давно для охраны речных вод от загрязнения. Городские канализационные воды очищаются сравнительно легко механическим и биологическим путем на полях фильтрации и полях орошения, давая хорошее удобрение для сельскохозяйственных полей. Значительно труднее поддаются очистке промышленные стоки, требующие строительства дорогостоящих и сложных очистных сооружений. В очистных промышленных сооружениях используются либо по отдельности, либо в комплексе механические (отстойники, фильтры, ловушки), химические методы очистки (добавление к стоку химических реагентов, дающих нерастворимые осадки), физические (электролитическое осаждение примесей, магнитное извлечение металлов), биологические (минерализация органических загрязнителей, окислительные биофильтры). В одних случаях очистка сточных вод весьма эффективна (многие американцы уже давно пьют очищенную и повторно используемую воду, хотя она по качеству и хуже природной), в других не дает хороших результатов в силу специфики промышленных стоков, но во всех случаях она очень дорогая и не дает кардинального решения проблемы водных ресурсов.

9. Обратное водоснабжение предусматривает повторное или многократное использование уже «отработавших свое» вод. При этом принимается во внимание разное требование к качеству воды разных водопотребителей и специфика разного водопотребления. В Японии, например, введена в действие система, при которой вода сначала используется населением, а потом после первичной очистки подается промышленности. На ряде целлюлозно-бумажных предприятий СССР, Финляндии и других стран используется система повторного использования воды после ее очистки. Поскольку в значительном количестве производств вода используется для охлаждения (металлургия, теплоэлектростанции и др.), вводится циркуляционный закрытый тип охлаж-

дения вроде применяемого в автомобильных радиаторах. На ряде оросительных систем мира, где исключена опасность вторичного засоления почв, для орошения используются дренажные воды. Введение оборотного водоснабжения и повторного использования воды требует четкого взаимодействия всех «смежников», т. е. водопотребителей, и может быть эффективным лишь в условиях четко спланированного территориально-производственного комплекса.

10. Экономия водных ресурсов — один из существенных элементов решения водной проблемы. Сейчас вода в мире, за редкими исключениями, расходуется крайне неэкономно и неэффективно. Существуют следующие пути и способы экономии воды.

Человеку нужно лишь 2 л воды в сутки для питья и 2—5 л для приготовления пищи, а остальные 300—500 л городской житель тратит на гигиену, комфорт и прочие нужды, отнюдь не требующие воды высокого качества. В ряде мест уже существуют два водопровода: один для дорогой чистой питьевой воды высокого качества с небольшой водоподачей, второй для большой подачи технической воды низкого качества.

Замена пресной воды соленой в ряде производств: в США около 45% воды в теплоэнергетике — это соленая вода (1/5 всего промышленного водопотребления); в Японии в 1965 г. почти одна треть промышленного водопотребления удовлетворялась морской водой. Слабоминерализованную воду могут использовать значительное число производств.

Строжайшая экономия воды во всех сферах коммунального и промышленного водопотребления, стимулируемая как экономическими, так и идеологическими средствами.

Совершенствование технологических процессов, связанных с использованием воды, и создание безводных промышленных технологий.

Самую большую экономию может дать совершенствование орошаемого земледелия — до 30% расходуемой сейчас в сельском хозяйстве воды, т. е. до 600 км³ в год: снижение непомерно высоких «традиционных» оросительных норм; снижение колоссальных потерь воды на испарение и фильтрацию в водохранилищах, каналах и оросительной сети; замена устаревшей техники полива (затоплением, напуском, по бороздам

и т. п.) на современную (дождевание, подпочвенное, капельное и т. п.); снижение испарения почвенной воды.

Осуществление указанных мер в локальном, национальном и глобальном масштабе сможет предотвратить водный кризис планеты и решить многие проблемы адекватного водоснабжения растущего населения и производства. Что же касается более отдаленных перспектив, то практически неисчерпаемые водные ресурсы Мирового океана позволяют смотреть в будущее с оптимизмом: воды хватит, и человек сумеет ее использовать.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. В чем сущность современного «водного кризиса» Земли?
2. Каково соотношение между запасами морской и пресной воды на планете?
3. Каковы разные резервуары пресной воды планеты?
4. В чем разница между запасом воды и водными ресурсами?
5. Как образуются и из чего складываются водные ресурсы: местные, региональные, глобальные?
6. Что такое природный круговорот воды и каковы его основные элементы?
7. Почему глобальный водный баланс нулевой, а региональный или локальный может быть как положительным, так и отрицательным?
8. Какова роль загрязнения воды в истощении водных ресурсов?
9. Какая разница между водопользованием и водопотреблением?
10. Каковы пути экономии воды в городе?
11. Каковы пути преодоления «водного кризиса» планеты и можно ли его избежать?
12. Почему ООН объявила «Международную декаду питьевого водоснабжения» и как предполагается решать эту проблему?
13. Почему и где людям не хватает питьевой воды?
14. Каковы факторы количественного и качественного истощения водных ресурсов?

Глава 9

ПРОБЛЕМА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Земельный фонд мира

Оценка земельного фонда мира представляет существенные сложности и в настоящее время может считаться лишь приблизительной в связи с недостаточной

Таблица 25

Оценка общего земельного фонда суши земного шара

Категория земель	Рябчиков, 1972, 1979 гг.		Розанов, 1977 г.		Розов, Стро- ганова, 1979 г.	
	млн. км ²	%	млн. км ²	%	млн. км ²	%
Сельскохозяйственные земли	19,0 ¹	13,0 ¹	11,1 ²	7,5 ²	14,4 ²	9,6 ²
Луга и пастбища ³	28,5	19,0	29,9	20,0	30,1	20,2
Леса	40,3	27,0	43,7	29,3	40,5	27,1
Прочие земли, в том числе:	61,2	41,0	64,6	43,2	60,2	43,1
водоемы	3,2	2,1	2,0	1,3	2,0	1,3
ледники	16,3	11,0	13,9	9,3	13,9	9,3
полярные и высокогорные пустыни	5,0	3,3	—	—	—	—
тундры и лесотундры	7,0	4,7	—	—	—	—
болота	4,0	2,7	—	—	—	—
пустыни, скалы, пески	18,2	12,2	—	—	—	—
городские и промышлен- ные земли	3,0	2,0	—	—	—	—
антропогенный бедленд	4,5	3,0	—	—	—	—
Суша в целом	149,0	100	149,3	100	149,3	100

¹ Включая пашни, плантации, села, проселки, межи, выгоны и пр.

² Чистая обрабатываемая площадь пашни и плантаций.

³ За исключением оленьих пастбищ тундры и лесотундры.

точностью имеющихся картографических и статистических материалов. Соответственно оценки, содержащиеся в разных публикациях, несколько расходятся (табл. 25). В этих условиях, целесообразно пользоваться наиболее округленными цифрами, имеющими наибольшую степень достоверности. Имея в виду сказанное и опираясь на существующие оценки (табл. 26), можно следующим образом охарактеризовать общий современный земельный фонд суши земного шара: пахотные земли — 10%, луга и пастбища — 20, леса — 30, прочие земли — 40% (включая водоемы ледниковые покровы, пустыни, тундры, болота, бедленды и пр.).

По своей природе земельный фонд планеты является ограниченным, конечным и не может быть увеличен. Те ничтожные в глобальном масштабе участки суши, созданной человеком за счет моря (польдеры

Таблица 26

Оценка продуктивных земель земного шара

Категории земель	млн. км ²	% от площади суши
Непродуктивные земли	54,3	36,4
ледниковые покровы	16,3	11,0
практически безжизненные пустыни, скалы, прибрежные пески	23,2	15,5
озера, реки, водохранилища	3,2	2,1
города, заводы, шахты, аэродромы, дороги и т. п. антропогенный бедленд (карьеры, овраги, отвалы, пустоши с разрушенной почвой)	3,0	2,0
сельскохозяйственные непродуктивные земли (села, поселки, обочины, межи и пр.)	4,5	3,0
Продуктивные непахотопригодные земли	4,1	2,7
тундры и лесотундры	70,3	47,0
болота	7,0	4,7
пастбища, преимущественно засушливые в полупустынях, сухих степях и саваннах на маломощных, щебнистых, засоленных почвах	4,0	2,7
леса, преимущественно горные, на вечной мерзлоте и заболоченные	22,4	14,7
Пахотопригодные земли	36,9	24,9
современные пашни и плантации	24,7	16,6
луга и пастбища, потенциально пригодные для земледелия	15,0	10,0
леса, потенциально пригодные для земледелия	6,23	4,3
	3,47	2,3
Суша в целом	149,3	100

Северной Европы), которые в местном масштабе играют важную роль, в общем земельном балансе мира не могут быть приняты во внимание. Соответственно человек в своей деятельности должен исходить из факта ограниченных земельных ресурсов, один вид использования которых может быть осуществлен только лишь за счет какого-то другого вида. Человек может увеличить пашню за счет пастбища или леса, он может распахать всю площадь лесов и пастбищ, но в этом случае он должен будет оценить все экологические последствия такого шага.

Мало того, что земельный фонд планеты ограничен в количественном отношении рамками суши (149,3 млн. км², или 14,93 млрд. га), его продуктивная

часть, т. е. пригодная для природного или искусственного (земледельческого) производства первичной биологической продукции, составляет только 64% общей площади суши, или 9,5 млрд. га. Остальные 5,5 млрд. га, или 36% суши, — это ледниковые покровы, пустыни, водоемы, бедленды, застроенные земли (см. табл. 26).

Среди продуктивных 9,5 млрд. га суши выделяются пять главных видов земельных ресурсов: пашни — 1,5 млрд. га, пастбища — 2,8 леса — 4,1, тундры — 0,7 и болота — 0,4 млрд. га (табл. 26).

Особо важное значение имеет оценка общего фонда пахотопригодных земель в связи с прогрессивным ростом человечества и необходимостью расширения земледелия, прежде всего для увеличения производства продовольствия.

Сейчас в мире распаханно около 1,5 млрд. га, включая и многолетние насаждения (мы не рассматриваем ежегодную посевную площадь, которая включает, с одной стороны, двойные и тройные посевы в ряде районов мира и исключает, с другой стороны, парующие поля).

Оценка пахотопригодности земель очень сложна и включает в себя ряд условий. Во-первых, необходимо принять во внимание природный потенциал Земли, т. е. ее пригодность для земледелия, определяемую качеством почвы, условиями рельефа и характером климата. Во-вторых, необходимо природный потенциал Земли соотнести с имеющейся на данном историческом этапе технологией и экономикой земледелия (хороший урожай можно получить и на чистом песке, но он будет стоить чуть не тонну золота за тонну зерна при имеющейся технологии крупномасштабного земледелия). В-третьих, человеку нужен лес, пастбища и земли для построек, дорог, отдыха и пр., так что мы не можем позволить себе распахать все имеющиеся в наличии земли, а должны соблюдать более или менее определенный хозяйственно-экологический баланс разных видов землепользования, тем более, что лес — это источник кислорода в биосфере, поддерживающий вместе с океаном его атмосферный баланс. В-четвертых, человек не может распахать все только хорошие земли, а для других нужд использовать все плохие, так как он должен жить и иметь разнообразное хозяйство, вклю-

чая промышленность, там, где он работает на земле.

Поскольку каждое из четырех перечисленных условий включает в себя достаточно большую долю неопределенности на современном уровне знания, общая оценка может быть сделана лишь приближенно и с какой-то долей субъективности, определяемой принятым методом подсчета и характером исходного материала, о чем свидетельствует и длительная история такой оценки (табл. 27).

Наиболее ранняя из известных нам оценка (2,8 млрд. га) пригодных земель мира сделана немецким экономистом-аграрником Баллодом (Ballod, 1912), который, несмотря на скудные исходные материалы, дал близкую к современной оценке величину. Л. И. Прасолов и Н. Н. Розов (1947) произвели работу на основе новой почвенной карты мира масштаба 1:50 000 000, изданной в 1937 г. в Большом Советском Атласе Мира, оценив пахотопригодную площадь мира в 3,6 млрд. га. Более поздние оценки (Розов, 1964; Dudal, 1969; Kellogg, Orvedall, 1969; Pawley, 1971; Рябчиков, 1972; Глазовская, 1973; Buringh and al., 1975; Revelle, 1976; Розанов, 1977; Dudal, 1978; Розов, Строганова, 1979) колебались от 2,4 до 7,0 млрд. га, причем большинство исследователей склонялось к величине 2,4—3,2 млрд. га (табл. 27).

Наиболее точные подсчеты проводились на основании более поздних мировых почвенно-картографических сводок Н. Н. Розовым (1977, 1978), результаты которых были сведены в книге, написанной вместе с М. Н. Строгановой «Почвенный покров мира» (1979). Согласно этим расчетам, пахотопригодная площадь планеты составляет около 2,7 млрд. га (около 18% суши земного шара). Полученная нами (Розанов, 1977) величина порядка 2,5 млрд. га (17% суши) представляется более вероятной, так как в расчетах Н. Н. Розова переоценен возможный коэффициент земледельческого использования почвенного покрова тропических саванн, который в больших масштабах расслаивать при современной технологии в экономике земледелия ни в коем случае нельзя во избежание его быстрого разрушения. Наши наблюдения в саваннах Африки и Юго-Восточной Азии заставляют крайне осторожно относиться к почвам этих регионов, подверженных интенсивному антропогенному опустыниванию.

Таблица 27

Оценка фонда пахотопригодных земель мира

Автор	Современные пахотные земли		Резерв		Общий фонд пахотопригодных земель	
	млн. км ²	% от площади, суши	млн. км ²	% от площади, суши	млн. км ²	% от площади, суши
Ballod, 1912	—	—	—	—	28,0	18,8
Прасолов, Розов, 1947	—	—	—	—	36,0	24,1
Kellogg, Orvedall, 1969	—	—	—	—	32,0	21,4
Rawley, 1971	—	—	—	—	70,0	46,9
Рябчиков, 1972	14,6	9,8	9,0	6,0	23,6	15,8
Revelle, 1976	14,0	9,3	18,0	12,1	32,0	21,4
Розанов, 1977	11,1	7,5	13,6	9,1	24,7	16,6
Розов, Строганова, 1979	14,4	9,6	12,3	8,2	26,7	17,8
Наиболее вероятная оценка на 1982 г.	15,0	10,0	9,7	6,6	24,7	16,6

В то же время, надо признать, что настаивать сейчас на какой-то определенной величине было бы неразумно из-за малой точности существующих исходных картографических и статистических материалов. Вероятно, прав В. А. Ковда (1981), считающий, что имеющиеся пределы оценок (2,4—3,2 млрд. га) надо принимать как минимальные и максимальные величины в глобальных прогнозных расчетах. На данном уровне исторического развития более целесообразно использовать минимальный вариант (2,5 млрд. га), поскольку использование максимального варианта (3,2 млрд. га) потребует существенных преобразований в технологии, экономике и социологии современного земледелия, на что в ближайшие 20 лет в мировом масштабе рассчитывать затруднительно.

Таким образом, если считать, что общий пахотопригодный фонд мира составляет около 2,5 млрд. га, а сейчас распахивается 1,5 млрд. га, то для развития земледелия в ближайшем будущем остается около 1 млрд. га, или 40% всего фонда. Наибольшие резервы

пахотопригодных земель имеются в тропических районах Южной Америки и Африки (55% общего резерва); почти не осталось резерва пахотопригодных земель в Европе и Азии (табл. 28).

Таблица 28

Использование и резервы земельных ресурсов мира

Регион	Пахотопригодные земли, млн. га	Освоенные в земледелии на 1978 г.			Резерв для освоения на 1978 г.		
		млн. га	% от потенциала	% от мирового земледелия	млн. га	% от регионального потенциала	% от мирового резерва
СССР	360	230	64	15	130	36	13
Европа (без СССР)	160	150	94	10	10	6	1
Азия (без СССР)	600	550	92	37	50	8	5
Африка	430	210	49	14	220	51	23
Северная Америка	380	240	63	16	140	37	15
Южная Америка	410	100	24	7	310	76	32
Австралия и Океания	130	20	15	1	110	85	11
Мир в целом	2470	1500	61	100	970	49	100

Целесообразно сделать ряд замечаний и о качественной характеристике мирового резерва пахотопригодных земель (табл. 29).

Во-первых, оставшиеся нераспаханными пахотопригодные земли все низкого качества. Лучшие земли давно распаханы. Остались земли песчаные, засоленные, солонцеватые, глинистые, каменистые, переувлажненные, засушливые, неудобные по рельефу, с плохим водным режимом и низким природным плодородием, требующие больших капиталовложений для освоения и капитальных мелиораций.

Во-вторых, освоение новых земель имеющегося резерва потребует вовлечения новых ресурсов пресной воды, поскольку значительная часть их расположена в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения, а свободных запасов пресной воды в мире нет.

Именно о такой генеральной стратегии развития

Таблица 29
Земледельческое использование почвенного покрова мира и его возможное увеличение

Ландшафтно-географические пояса, зоны и их почвы	Общая площадь		Земледельческое использование			Возможное увеличение земледельческого использования до		
	млн. км ²	%	млн. км ²	% от об- щей пло- щади этих почв	% от об- щей пло- щади этих почв	млн. км ²	% от об- щей пло- щади этих почв	% от об- щей пло- щади этих почв
Полярный пояс								
Зона арктических пустынь: полигональные и другие арктические почвы	0,71	0,5	—	—	—	—	—	—
Зона тундр: тундровые глеевые почвы	7,00	4,7	—	—	—	—	—	—
Бореальный пояс								
Мерзлотно-таежная зона: глее-мерзлотно-таежные и мерзлотно-таежные почвы	3,68	2,9	—	—	—	—	—	—
Таежно-лесная зона: подзолистые, дерново-подзоли- стые, глее-подзолистые и др. почвы	9,32	6,2	0,93	10	0,62	2,09	22	1,40
Лесостепная зона: серые лесные почвы	0,94	0,6	0,38	40	0,25	0,38	40	0,25
Суббореальный пояс								
Лесная зона: буроземы, рендзины и пр.	2,85	1,9	0,86	30	0,58	1,14	40	0,76
Степная зона: черноземы, буроземы и луговые почвы	3,39	2,3	1,86	55	1,24	2,03	60	1,36
Сухостепная зона: каштановые почвы	2,62	1,8	0,66	25	0,44	1,05	40	0,70
Полупустынная и пустынная зоны: бурые, серо-бу- рые, такыровидные почвы и такыры	3,32	2,2	0,10	3	0,07	0,27	8	0,18
Субтропический пояс								
Лесная зона, красноземы, желтоземы, террассы и др.	2,75	1,8	0,83	30	0,56	1,10	40	0,74
Кустарниково-степная зона: коричневые, серо-ко- ричневые и другие почвы	4,81	3,2	1,20	25	0,80	1,92	40	1,30

Ландшафтно-географические поясы, зоны и их почвы	Общая площадь		Земледельческое использование				Возможное увеличение земледельческого использования до		
	млн. кв. км.	%	млн. кв. км.	% от общей площади почв	% от общей площади пахотных почв	млн. кв. км.	% от общей площади пахотных почв	млн. кв. км.	% от общей площади пахотных почв
Полупустынная и пустынная зоны: сероземы, лугово-сероземные, такыровидные почвы	2,12	1,4	0,43	20	0,28	0,64	30	0,43	
Тропический пояс	12,32	8,3	3,20	26	2,13	5,96	48	3,99	
Лесная зона: красные и желтые ферралитные почвы	14,26	9,6	1,42	10	0,95	3,67	26	2,46	
Саванная зона: красно-бурые, железистые тропические, черные слитые почвы	4,51	3,0	0,23	5	0,15	0,45	10	0,30	
Пустынная зона: красные пустынные почвы	4,46	3,0	2,90	65	1,93	3,13	70	2,09	
Аллювиальные почвы	4,00	2,7	—	—	—	—	—	—	
Болота	1,35	0,8	—	—	—	0,13	9	0,08	
Солончаки и солонцы	5,77	3,8	—	—	—	—	—	—	
Пески развееваемые	8,96	6,0	—	—	—	—	—	—	
Каменистые пустыни	30,65	20,5	—	—	—	0,61	2	0,41	
Горные почвы всех зон	3,20	2,1	—	—	—	—	—	—	
Водоёмы	16,30	11,0	—	—	—	—	—	—	
Ледники и снежники									
Мир в целом (суша)	149,3	100	15,00	—	10,0	24,70	—	16,6	

(По данным Базиленч, Родина, Розова, 1970; Глазковской, 1973; Розанова, 1977; Розова, Строгановой, 1979; с коэффициентом земледельческого использования на 1982 г.)

Таблица 30

**Пахотные и пахотопригодные земли различных регионов мира,
га на душу населения**

	1964 г. пахот- ные земли	1974 г. пахот- ные земли	1978 г.		
			пахот- ные земли	резерв пахотопри- годных земель	общая плотность населения на 1 км ²
СССР	1,06	0,90	0,88	0,50	11,8
Европа (без СССР)	0,31	0,27	0,31	0,02	97
Азия (без СССР)	0,41	0,34	0,22	0,02	89
Африка	0,74	0,61	0,47	0,49	15
Северная Америка	1,05	1,07	0,99	0,58	14,5
Южная Америка	0,50	0,44	0,29	0,90	13,4
Австралия и Океания	—	—	0,90	4,95	2,6
Мир в целом	—	—	0,35	0,23	31

современного земледелия, преимущественно за счет повышения продуктивности уже освоенных земель, свидетельствуют и факты последних десятилетий. По данным ФАО (Dudal, 1978), с 1957 по 1977 г. пахотные земли мира увеличились на 135 млн.га, т. е. около 9% от современной пахотной площади мира 1,5 млрд.га. За тот же период население мира выросло с 2,8 до 4,0 млрд. человек, т. е. на 40%. При существовавшей эффективности земледелия дополнительные 135 млн.га смогли дать продовольствие для прироста 400 млн.человек, а питание для остальных 800 млн.человек было получено за счет интенсификации земледелия на ранее освоенных землях, что было, в частности, связано и с ростом использования минеральных удобрений с 24 в 1957 г. до 88 млн.т в 1977 г. При этом важно подчеркнуть и то обстоятельство, что 70% новых земель (110 млн.га) было вовлечено в земледелие в развивающихся странах, в то время как интенсификация земледелия наблюдалась пре-

имущественно в развитых странах, потребивших 85% всего мирового производства удобрений. За последние 20 лет 82% прироста производства продовольствия в мире было получено за счет интенсификации земледелия на старых землях (новые сорта, удобрения, усовершенствованная технология) и только 18% за счет освоения новых земель.

Что касается общего фонда пахотопригодных земель СССР, то его оценка также колеблется в зависимости от подхода исследователей. Так, П. А. Летунов и В. П. Сотников (1969), П. А. Летунов и Н. Н. Островная (1971) оценивают свободный резерв пахотопригодных земель СССР в 61 млн. га; Н. Н. Розов и С. А. Шувалов — 63 млн. га, а И. А. Герарди (1969) полагает вместе с почвоведом Казахстана и среднеазиатских республик, что только в этих республиках при наличии пресной воды, переброски с севера, можно будет дополнительно распахать до 140 млн. га. Вероятно, правильно оценить общий пахотопригодный фонд СССР в 360 млн. га, из которых 230 млн. га распахиваются в настоящее время и 130 млн. га составляют резерв (30—40 млн. га в лесной зоне и 90—100 млн. га в зонах сухих степей и полупустынь при условии переброски на юг части стока северных рек); немного свободных пахотопригодных земель есть и в других природных зонах страны.

Говоря о земельных ресурсах мира, необходимо иметь в виду и их соотношение с прогрессивным ростом населения планеты, что объективно ведет к прогрессивному уменьшению пахотопригодной земли на душу населения (рис. 32). В XX в. наиболее бурно росло население Америки, Африки и Австралии, в связи с чем на этих континентах падение нормы пахотопригодных земель происходило наиболее быстро. В целом мировая норма фонда пахотопригодных земель на душу населения снизилась с 1,5 га в 1900 г. до 0,58 га в 1978 г. В СССР снижение было с 2,77 га в 1900 г. до 1,37 га в 1978 г. Отмеченное падение связано только с ростом населения, поскольку пахотопригодная площадь мира, как и континентов, оставалась неизменной.

Прогрессирующее уменьшение нормы пахотной земли на душу населения, имевшее место на протяжении всего XX в. и продолжающееся сейчас, связано с тремя факторами: 1) ростом населения, более быстрым,

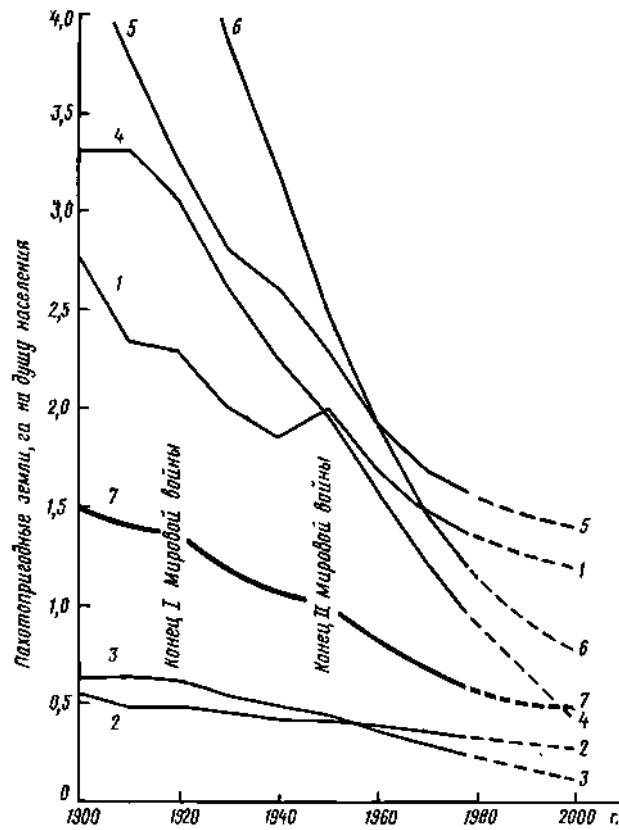


Рис. 32. Снижение нормы пахотпригодных земель на душу населения в XX в. в связи с ростом народонаселения: 1 — в СССР, 2 — в Европе (без СССР), 3 — в Азии (без СССР), 4 — в Африке, 5 — в Северной Америке, 6 — в Южной Америке, 7 — в мире в целом (данные по Австралии и Океании не вошли в масштаб рисунка: с 21,7 га на душу населения в 1900 г. до 5,9 га в 1978 г.)

чем прирост пахотных земель; 2) прогрессом технологии земледелия (введение новых более урожайных сортов, применение минеральных удобрений, развитие орошения и других почвенных мелиораций, внедрение химических средств защиты растений и борьбы с сорняками и т. п.), что позволило получать больше про-

дукции с меньшей площади; 3) отчуждением земель для нужд урбанизации и индустриализации. Однако, несмотря на комплексную, многогранную природу этого процесса, темп его вызывает серьезное беспокойство, поскольку прогресс земледельческой технологии не успевает компенсировать абсолютные и относительные потери пахотной земли.

Чтобы получить полную картину состояния земельных ресурсов для потенциального развития земледелия, необходимо учесть не только имеющуюся пахотную площадь на душу населения, но и резервы пахотопригодной земли. Соответственно получается, что в Европе и Азии (без территории СССР) остался лишь ничтожный резерв пахотопригодных земель на душу населения, который будет исчерпан в ближайшем будущем для компенсации текущих потерь земли, в то время как на других континентах имеются еще существенные резервы, в том числе и на территории Советского Союза (табл. 30). В Африке на каждого живущего сейчас человека можно распахать столько же, сколько уже распахивается, а в Южной Америке и Австралии даже соответственно в три и пять с половиной раз больше.

Итак, если в целом в мире и есть еще значительный резерв пахотопригодных земель (около 40% их общего фонда), то в ряде регионов (зарубежная Европа и Азия) положение с земельными ресурсами уже складывается крайне напряженное. Это общее положение относится и к рассмотрению земельных ресурсов в более детальном региональном или национальном масштабе. Так, если в целом в Африке еще много свободной пахотопригодной земли, то в Египте, Лесото и ряде других стран они полностью исчерпаны; если в целом в СССР достаточно свободных пахотопригодных земель, то их нет больше в республиках Закавказья и ряде других районов страны. Указанное положение вызывает ряд существенных региональных демографических и социально-экономических проблем. Как общую закономерность можно отметить тот факт глобального значения, что ресурсы пахотопригодных земель исчерпаны или близки к исчерпанию в районах с высокой плотностью населения, а свободные земли имеются там, где концентрация населения низкая (см. табл. 30).

Ситуация прекрасно иллюстрируется примером

Египта (рис. 33), где в начале нашего столетия на каждого жителя приходилось в среднем 0,3 га пашни и 1 га кормил 3,3 человек, а к 1980 г. на одного жителя стало лишь 0,08 га пашни и 1 га должен кормить

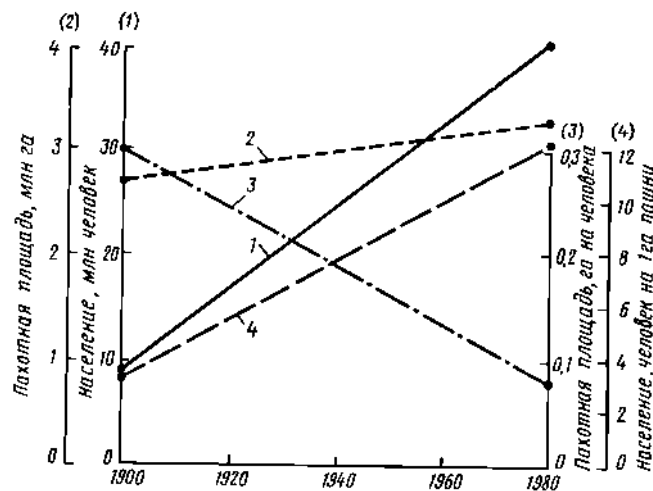


Рис. 33. Снижение нормы пахотных земель в Египте в XX в.: 1 — население страны; 2 — общая пахотная площадь; 3 — норма пахотной площади на одного жителя; 4 — нагрузка населения на один гектар пашни

12,3 человек, что он делать не может, ибо урожаи за этот период в Египте выросли отнюдь не в 4 раза, а лишь максимум вдвое. Поэтому когда-то экспортировавший пшеницу Египет вынужден теперь импортировать продовольствие по дорогой цене, чтобы прокормить свои 40 млн. жителей.

Потери земельных ресурсов

Второй аспект проблемы земельных ресурсов наряду с аспектом их общей ограниченности — это постоянно идущие потери и деградация пахотных земель в результате их нерационального использования.

Необходимо различать два существенно разных в этом отношении процесса. Во-первых, это абсолютная потеря земли и, во-вторых, деградация земли или снижение ее качества, т. е. потенциальной способности производить биологическую продукцию. При этом важно подчеркнуть, что деградация земли может в конечном итоге привести и к ее абсолютной потере путем полного разрушения почвенного покрова, например, эрозией.

Потери и деградация земельных ресурсов постоянно сопровождали развитие человеческой цивилизации и хозяйствование человека на земле. За всю историю человечества было безвозвратно потеряно для земледелия 1,5—2,0 млрд. га земельных угодий путем превращения когда-то плодородных земель в бесплодные антропогенные пустыни и бедленды. В наше время безвозвратно теряется около 7 млн. га пахотных земель ежегодно за счет отчуждения и деградационных процессов, причем процесс потерь расширяется.

Ежегодная потеря 7 млн. га пахотной земли означает ежегодную потерю базы жизни для 21 млн. человек (при средней современной норме 0,3 га на душу населения), и это в то время, когда в мире население растет на 1 млн. человек каждые 5 дней и более чем на 70 млн. человек в год, когда каждую минуту несколько жителей планеты, в основном детей, умирают от голода или болезней, связанных с недоеданием, в частности и из-за малоземелья.

По самым оптимистическим подсчетам специалистов ООН получается, что если срочно не принять необходимых мер по спасению почвенного покрова планеты и не остановить текущие потери земли, то за оставшиеся годы нашего столетия мир потеряет безвозвратно около 300 млн. га пахотных земель, т. е. больше, чем вся современная пахотная площадь Советского Союза. Правда, одновременно будет освоена примерно такая же площадь новых земель под пашню, но положение от этого не улучшится, поскольку общая пахотная площадь мира при этом не изменится, не увеличится ни на один гектар. Это значит, что если сейчас в мире имеется 0,3 га пахотной земли на человека (в 1982 г. население увеличилось до 4,5 млрд. человек, а пахотная площадь осталась на уровне 1,5 млрд. га), то в 2000 г. при росте населения до

6,5 млрд. человек ее будет лишь 0,23 га на душу населения.

Главным бичом почвенного покрова планеты является эрозия почвы, которой поражены почти все пахотные земли мира. Девять десятых всех потерь пахотных земель, включая падение их плодородия, связаны с ветровой и водной эрозией.

В некоторых точках планеты потери почв от эрозии достигают катастрофических размеров. Для примера можно привести классические данные Беннетта о последствиях пыльных бурь в США: в 1934 г. из 167 млн. га почти полностью разрушено 20 млн. га, потеряли более половины верхнего слоя 40, более четверти верхнего слоя 40 млн. га; около 75% всей пашни страны было серьезно повреждено эрозией.

В Лесото ежегодно теряется 1% пахотной площади только из-за роста оврагов, причем процесс быстро прогрессирует. В Танзании на огромных площадях почва смыывается со склонов и заливает подсклоновые земли. В США местами сейчас эрозия достигает катастрофических размеров, несмотря на принимаемые меры. Так, в штате Теннесси средний смыв почвы с полей составляет 50—100 т/га ежегодно, т. е. ежегодно теряется 5—10 мм слой почвы, а за 20—40 лет сносятся полностью весь пахотный слой. Во многих районах мира ежегодные потери составляют 25—50 т/га. В Австралии половина всех сельскохозяйственных земель, включая пастбища, требует серьезной борьбы с эрозионными процессами. Девять десятых всей пашни страдает от серьезной эрозии в Испании. Катастрофических размеров достигает водная эрозия на горных склонах, обращенных к Средиземному морю в Греции, Италии и других странах, угрожая будущему виноградников, цитрусовых и оливковых плантаций.

Эрозионный снос в океан (Judson, 1973), за последние 50 лет вырос в 8 раз — с 3 млрд. т/год в 20-х гг. до 24 млрд. т/год в 70-х гг., а к концу столетия может возрасти до 58 млрд. т/год, что является прямым следствием развития сельскохозяйственной эрозии.

Пыльные и песчаные бури в засушливых районах мира переносят огромные массы почвы на большие расстояния, выдувая ее в одном месте и засыпая поля в другом.

Самая страшная эрозия проявляется на горных склонах, лишенных защиты растительного покрова. Сведение лесов в горах часто сопровождается полным уничтожением почвы, для чего иногда достаточно всего лишь одного сильного ливня. Так произошло и продолжает происходить во многих районах Южной Азии, Африки, Центральной и Южной Америки. Склоны гор здесь обнажились на огромных территориях. Уничтожение лесов и почв на южных и восточных склонах Гималаев привело не только к исчерпанию природных ресурсов этих территорий, но многократно усилило и сделало катастрофическими ежегодные страшные наводнения в южной, восточной и юго-восточной частях Азии (в 1982 г. наводнение в долине Ганга унесло сотни тысяч жизней и оставило без крова и средств существования десятки миллионов жителей Индии).

Почва, снесенная водными потоками с одних территорий, откладывается в других местах, погребая поля в низовьях склонов, заиливая каналы, водохранилища, русла рек, усиливая наводнения и паводки. Не говоря уже о потерях плодородной почвы в местах смыва, на одну только очистку рек, каналов, водохранилищ от постоянного заиливания затрачиваются многие сотни миллионов, а то и миллиарды рублей ежегодно.

Эрозия почвы известна человеку давно, она стара, как и само земледелие. Но особенное развитие эрозия получила в современную эпоху в связи с интенсификацией и механизацией сельскохозяйственного производства, с многократным усилением нагрузки на почвенный покров, особенно в связи с понятным, но не всегда правильно осуществляемым стремлением человека взять из почвы как можно больше и с наименьшими затратами. Исторически это привело к тому, что почти повсеместно эрозия почв серьезно угрожает благополучию человека, а местами и самому его существованию. Поэтому в большинстве стран мира, особенно в социалистических странах, сейчас активно осуществляются меры по борьбе с эрозией почв (в СССР противозерозионная система земледелия будет внедрена к концу одиннадцатой пятилетки на 50 млн. га), где прибыль отнюдь не является главным стимулом производства, но в мировом масштабе делается все же крайне мало, имея в виду огромные потери почв и их деградации при эрозионных процессах.

Вторым по значению деградационным процессом, также широко распространенным во всем мире, является сложный комплекс различных неблагоприятных последствий орошаемого земледелия, среди которых особенно выделяются засоление, осолонцевание и заболачивание орошаемых почв. На борьбу с этими неблагоприятными последствиями орошения затрачиваются огромные средства. Только изучением процессов засоления почв и мер борьбы с ним в разных условиях занимаются десятки научных учреждений, сотни опытных станций в СССР, США, Индии, Мексике, Аргентине, Франции, Австралии, Египте, Ираке, Сирии, Пакистане, Иране и других странах. Огромные средства расходуются на мелиорацию вторично засоленных почв. Огромны потери урожаев вследствие засоления: увеличение в пахотном слое орошаемой почвы содержания солей до 1% снижает урожай на одну треть, а при 2—3% солей урожай погибает полностью. Согласно оценке В. А. Ковды (1981), в мире имеется 50—60 млн. га вторично засоленных орошаемых почв, т. е. около четверти всех орошаемых земель. О размерах вторичного засоления почв при орошении можно судить по следующим примерам.

Из 15 млн. га орошаемых земель Пакистана 10 млн. га подвержены засолению или заболачиванию, а 2 млн. га очень засолены; ежегодные потери почв от засоления составляют 20—45 тыс. га (Michel, 1969; El Gabali, 1976). В Египте из 2,7 млн. га орошаемой площади страдают от вторичного засоления 1,2 млн. га, или 44%, в Ираке поражено более 50% орошаемых земель, в США — 27, в Индии — 20, в КНР — 20, в Сирии — до 50, в Иране — более 50, в Перу — 33, Аргентине (Патагония) — 25% и т. д. Большие площади орошаемых земель подвергаются вторичному засолению в Узбекистане, Азербайджане (Ковда, 1981). Причина этого заключается в том, что на восьми десятых всех орошаемых земель мира орошение и в наши дни ведется так, как оно велось многие тысячи лет назад, технология орошаемого земледелия почти не изменилась. Все технические новинки современности — дождевание, закрытые трубопроводы, регулируемая подача воды, капельное или подпочвенное орошение — охватывают не более 20% орошаемых земель, а эффективный дренаж строится в ничтожных размерах. Особенно

плохо обстоит дело с искусственным дренажем, который необходим практически всюду на орошаемых землях.

В мире широко распространено истощение пахотных и пастбищных почв, падение их плодородия в результате нерационального интенсивного использования. На пастбищах — это результат прежде всего их перегрузки и нерациональной организации пастбищного хозяйства в целом, включая отсутствие пастбищеоборота, запасов кормов на водопоях, скотопрогонов и т. п. На пашнях — это отсутствие компенсации постоянного отчуждения элементов питания из почвы, разрушение структуры, обезгумусирование почв в результате интенсивной технологии, экологически не соответствующей природному потенциалу.

Убирая ежегодно урожай, человек тем самым отчуждает накопленные в почве сотнями и тысячами лет питательные вещества — элементы питания растений. Запас их в почве не безграничен, даже принимая во внимание так называемые «дальние резервы». Однако если подсчитать все вносимые в мире удобрения на всю пахотную площадь, то до компенсации выноса очень и очень далеко. Конечно, есть места, где вносят много удобрений, может быть, даже слишком много, но это не меняет общей картины. Отрицательный баланс элементов питания дополняется отрицательным балансом почвенного гумуса. Подкисление почвы (или, наоборот, подщелачивание), заболачивание, переосушка, уплотнение ведут к существенным потерям пахотных земель. Сказываются и экономические факторы, в частности недостаток капиталовложений в земледелие. В результате забрасывается большая площадь истощенных земель.

Деградация и потери почвенного покрова в последние десятилетия особенно усилились в засушливых и полузасушливых районах мира, прилегающих к великим пустыням. Это так называемый процесс опустынивания, оценке которого и разработке глобальной программы борьбы с которым была посвящена специальная всемирная конференция ООН в 1977 г., разработавшая Всемирный план действий по борьбе с опустыниванием, утвержденный затем Генеральной Ассамблеей ООН. Непосредственным поводом для созыва конференции и принятия глобальных мер послужила

многолетняя засуха начала 70-х гг. в Африке, в результате которой погибли от голода и безводья многие сотни тысяч людей и миллионы голов скота — единственного достояния и средства существования многих африканских народов.

Наконец, необходимо отметить и прогрессивно расширяющееся прямое отчуждение пахотных почв для несельскохозяйственного пользования: строительство городов, поселков, предприятий, дорог, аэродромов, карьеров, газо- и нефтепроводов, линий электропередачи, карьеров, рудников, нефтяных скважин; затопление водохранилищ. Только на строительство дорог в мире ежегодно отчуждается около 300 тыс. га пахотных земель. В США для целей урбанизации ежегодно изымается около 1 млн. га пахотных земель (Pimentel et al., 1976). Если считать, что застроенное разными способами жизненное пространство (включая поселения, предприятия, коммуникации и пр.) в мире составляет 0,1 га на человека, то годовой 70-миллионный прирост человечества требует изъятия 7 млн. га земли ежегодно, причем значительная доля этой земли изымается из пашни.

Разумеется, в разных странах и районах мира проблема потерь и деградации почвенного покрова стоит с различной остротой в связи с разнообразием природных и социально-экономических условий.

В нашей стране дело охраны почв и повышения их плодородия поставлено на уровень государственной политики в соответствии со специально разработанным законодательством и Конституцией СССР и осуществляется в плановом порядке. Осуществляется большой комплекс разнообразных мероприятий с учетом экологических особенностей разных природных зон. На многих миллионах гектаров внедряется противозрозионная система земледелия; все больше и больше применяется органических и минеральных удобрений; введен строгий контроль за использованием различных биоцидов; строгим законодательством регламентируется отчуждение земли для несельскохозяйственных нужд; быстрыми темпами развивается рекультивация земель, нарушенных промышленностью; большие средства вкладываются в мелиорацию земли, в том числе в реконструкцию действующих оросительных систем. Все это, несомненно, принесет свои плоды в ближайшем будущем.

Также планомерно строится охрана почвенного покрова и проводится рационализация его использования во всех странах социалистического содружества.

В капиталистических странах принцип частной собственности на землю и погоня за максимальной прибылью любой ценой не позволяют эффективно и планомерно решать проблемы рационального природопользования, включая охрану и использование почвенного покрова.

Очень плохо дело охраны почвенного покрова и его рационального, продуктивного использования обстоит в развивающихся странах мира, особенно в наименее развитых из них. В условиях их крайне слабой экономики и господства мелких частных фермерских землевладений эти страны не имеют ни сил, ни средств для организации борьбы с потерями и деградацией почв.

Проблема потерь и деградации почвенного покрова мира столь серьезна, что, естественно, мировое сообщество уделяет ей сейчас самое пристальное внимание, в первую очередь в связи с мировой продовольственной проблемой. Угроза того, что пахотная площадь на душу населения достигнет 0,2 га к 2000 г., вполне реальна. Всемирная конференция ООН по окружающей среде (1972) обратила серьезное внимание на состояние почвенного покрова планеты и приняла соответствующие рекомендации; Международный конгресс почвоведов в Москве (1974) подчеркнул важность проблемы потерь и деградации почв и наметил программу научных исследований в этой области; Всемирная конференция по продовольствию (Рим, 1974) рекомендовала ООН принять Мировую Почвенную Хартию, направленную на охрану почвенного покрова как всемирного общего достояния человечества (Хартия была принята ФАО в 1982 г.); Программа ООН по окружающей среде разработала Основы мировой почвенной политики (1982); ФАО приступила к созданию Карты деградации почв мира. Работа ведется большая как в международном, так и в национальном масштабе. Есть основания быть оптимистом и заключить, что человечество сможет справиться с этой проблемой, как и с другими проблемами окружающей среды.

Основы рационального управления земельными ресурсами

Почва является своеобразным телом природы, которое бесконечно долго может обеспечивать биологическую продуктивность при рациональном ее использовании и даже обеспечивать расширенное воспроизводство продукции, но она может и быстро утрачивать свой природный потенциал в результате нерационального хозяйствования. Поскольку создание почвенного плодородия — процесс длительный, управление им может осуществляться лишь на плановой многолетней основе. В современном мире плановое глобальное управление земельными ресурсами возможно лишь на национальной основе в рамках безусловного и полного суверенитета всех стран мира, что требует прочного международного сотрудничества в этой области. Это требует определенной национальной политики в использовании земельных ресурсов, рассчитанной на длительную перспективу, или системы взаимосвязанных принципов государственного подхода к решению проблемы земельных ресурсов, которые должны учитывать как социально-экономические, так и природно-экологические факторы. В качестве таких принципов или основных положений государственной национальной почвенной политики можно выделить следующие.

1. *Общественное владение, пользование и управление земельными ресурсами на основании национализации земли.* Частная собственность на землю в любой ее форме служит непреодолимым препятствием рациональному использованию и эффективной охране почв; общественное же землевладение обеспечивает ее плановое распределение для тех или иных нужд общества в целом и плановость всех мероприятий по рациональному использованию и охране всех видов земельных ресурсов. Исторический опыт стран социалистического содружества, и в первую очередь СССР, полностью подтвердил справедливость этого положения.

2. *Детальное почвенно-экологическое районирование всей территории в целях рационального землепользования.* В этом районировании должно быть точно определено на длительную перспективу назначение каждого участка земли, все выделы земель должны

быть строго обоснованы экологически и социально-экономически в местном, региональном и государственном масштабе с учетом их природного потенциала, необходимых мелиораций и перспектив социально-экономического развития каждой конкретной территории. Районирование должно охватывать все земли, как находящиеся в современном землепользовании, так и государственные резервы земельного фонда, как сельскохозяйственные земли, так и лесные и прочего пользования. Оно должно дать твердую научную основу для решения вопросов землепользования, т. е. для суждения о том, где что можно и нужно делать и где что нельзя. Речь идет о приведении в соответствие исторически сложившегося землепользования, которое не всегда и не везде учитывает природный экологический потенциал земли с природными особенностями тех или иных территорий. При этом должны быть приняты во внимание не только существующие особенности почвенного покрова и географической среды в целом, но и их возможные изменения под влиянием всевозрастающего давления человека на природу в разных его проявлениях, особенно влияние крупного мелиоративного, гидротехнического, промышленного и городского строительства, добычи полезных ископаемых, изменения поверхностного стока и т. д.

Должен быть создан государственный перспективный землеустроительный план страны в целом и каждого конкретного участка земли в соответствующем масштабе с указанием, где и на какой площади должны размещаться богарное и орошаемое земледелие, луга, пастбища, леса и лесопосадки, плантации, водоемы, ирригационные сбросы, очистные сооружения и стоки для отходов, рекреационные земли, поселения и предприятия, горные разработки, заповедники, заказники, национальные парки, коммуникации, водоохраные и резервные зоны и т. д. Каждое отдельно взятое землепользование (хозяйство) должно четко знать, что у него делается на водоразделе, что на склонах, что в долине, и строить свою деятельность в строгом соответствии с экологическим разнообразием и природным потенциалом используемой территории. Естественно, такой план не будет раз и навсегда установленной схемой, жизнь будет вносить в него свои коррективы, но твердая плановая основа должна быть создана.

3. *Детальное почвенно-мелиоративное районирование всей территории страны.* Такое районирование предполагает планирование и осуществление мелиораций почвенного покрова в соответствии с природными особенностями тех или иных земельных массивов и исходя из экономических потребностей и возможностей страны на каждом этапе развития.

4. *Детальное районирование систем контроля и управления почвенным плодородием в земледелии* в соответствии с почвенным районированием и применительно к зонально-районированным системам сельскохозяйственного производства, которые должны включать:

экологически оправданную организацию территории;

устранение путем мелиорации таких лимитирующих продуктивность почв факторов, как избыточное или недостаточное увлажнение, избыточная кислотность или щелочность, засоление, солонцеватость, слитость, каменистость, заболоченность (оглеенность), малая гумусность, малая мощность корнеобитаемого слоя;

поддержание воздушного режима почв в оптимальном состоянии путем соответствующей обработки;

поддержание оптимального гумусного состояния почв путем внесения достаточных доз органических удобрений, применения сидератов, создания оптимальных условий гумусообразования и снижения минерализации почвенного гумуса;

поддержание оптимального питательного режима почв путем применения адекватной системы органических и минеральных удобрений на основе систематических балансовых расчетов;

поддержание оптимального водного режима почв путем создания соответствующих физических свойств почвы и применения комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий при строгой экономии ограниченных водных ресурсов;

создание оптимального корнеобитаемого слоя во всех пахотных почвах;

охрану почв от водной и ветровой эрозии и восстановление эродированных почв путем комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий, адекватных соответствующим почвенно-экологическим условиям в каждом конкретном случае;

ликвидацию пестроты почвенного покрова;
рациональное использование природного потенциа-
ла почв путем подбора соответствующих видов и сор-
тов сельскохозяйственных культур;

оптимизацию биологического и питательного режи-
ма почвы путем применения рациональных севообо-
ротов;

охрану почв от загрязнения избытком пестицидов и
других химических веществ.

5. *Усиление внимания к охране, мелиорации и по-
вышению продуктивности уже освоенных земель вме-
сто стремления получить больше продукции за счет
освоения новых земельных массивов.* Хотя второй путь
часто представляется экономически более выгодным и
простым, однако экологически и исторически он не вы-
держивает критики: человечество в своей истории уже
дорого заплатило за него, потеряв безвозвратно почти
столько же когда-то плодородных земель, сколько рас-
пахивается сейчас. Особенно опасна тенденция освое-
ния новых земель в засушливых районах с расшире-
нием массивов орошения при неудовлетворительном
состоянии существующих земель, а именно в этих рай-
онах интенсивно проявляется антропогенное опустыни-
вание: распахиваются все новые и новые массивы, а
старые забрасываются, превращаясь в пустыню.

6. *Усиление внимания к регулированию водного ре-
жима почв и территорий при всемерной экономии огра-
ниченных водных ресурсов.*

Особенно большие возможности в этом отношении
имеются в орошаемом земледелии. Только за счет эко-
номного расхода воды и повышения КПД существую-
щих оросительных систем можно расширить площадь
орошения минимум на одну треть и сократить соответ-
ствующие потери земли от вторичного засоления и
подтопления. Средняя оросительная норма в респуб-
ликах Средней Азии составляет 14 650 м³/га, а наибо-
лее совершенные оросительные системы устойчиво
обеспечивают получение высоких урожаев при 9,5—
10,5 тыс. м³/га (Духовный, 1981). И это, очевидно, не
предел экономии. Существенное снижение ороситель-
ных норм необходимо в черноземной зоне, где ороше-
ние должно быть лишь дополнительным к атмосфер-
ным осадкам.

Как орошение, так и осушение почв должны стро-

иться на точном расчете, исходя из конкретного режима почвенной влажности и динамики водопотребления растений, чего, к сожалению, практически пока нет. Именно это обстоятельство служит главным фактором малой эффективности осушительных и оросительных мелиораций в целом.

7. *Создание технологических карт, паспортов землепользования*, текущих и перспективных, для каждого земельного участка с учетом его природного потенциала, направления хозяйственного использования, необходимых мелиораций и перспектив развития. Такая карта должна включать почвоохранные мероприятия в качестве обязательного элемента технологии каждого землепользования и строиться с учетом меняющейся климатической ситуации, т. е. иметь набор необходимых альтернатив на случай засух и избытка осадков.

8. *Создание модельных систем почвенного плодородия* для каждого земельного участка, находящегося в землепользовании, и определение путей регулирования управляемых почвенных параметров в целях достижения их оптимального состояния. Регулируемые параметры состояния почвенного покрова, в первую очередь подлежащие оценке и оптимизации, следующие: 1) определяемая рельефом структура почвенного покрова — регулируется планировкой, вылаживанием, террасированием и т. п.; 2) водный режим и воднофизические свойства почвы — регулируется орошением, дренажем, обработкой, пескованием, землеванием, кольматажем, внесением органических и химических мелиорантов; 3) гумусовое состояние почв — регулируется обработкой, внесением органики, севооборотом, подбором культур; 4) аэрация почвы — регулируется обработкой, севооборотом; 5) питательный режим почвы — регулируется внесением органических и минеральных удобрений, севооборотом, подбором культур; 6) емкость катионного обмена и состав обменных катионов — регулируется коренными мелиорациями; 7) реакция почвы — регулируется химическими мелиорантами (известкование, гипсование, физиологически кислые или щелочные удобрения).

9. *Организация технологического обеспечения землепользования* системой почвенно-агрохимико-мелиоративных станций и лабораторий.

10. *Создание государственной системы почвенного*

мониторинга или постоянно действующего контроля состояния почвенного покрова для получения объективной информации в целях оперативного технологического решения возникающих проблем.

11. *Введение и обеспечение правово-экономической ответственности* землепользователя за состояние почвенного покрова. За испорченные, разрушенные земли виновные должны нести ответственность как и за неправомерное отчуждение земель, за использование земли не по назначению.

12. *Организация государственной межведомственной почвенной службы.* Как сказано в резолюции VI Делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов (Тбилиси, сентябрь 1981 г.), такой государственный орган «должен отвечать за изучение, учет, оценку, охрану, рациональное использование, изъятие всех земельных ресурсов страны, раннюю диагностику деграционных процессов и возможных потерь земель, целесообразность использования земельных ресурсов во всех отраслях экономики и жизни страны, обеспечивать контроль рационального использования и поддержания плодородия и благоприятного состояния почвенного покрова всеми землепользователями; он должен обладать правом контроля и наложения санкций в сфере использования земельных ресурсов страны, правом государственной экспертизы всех проектов землепользования, правом визирования или вето при принятии тех или иных проектов, касающихся использования почв тех или иных районов страны.

Принятие указанных принципов единой государственной почвенной политики и последовательное проведение их в жизнь позволит существенно улучшить дело рационального использования, охраны и повышения продуктивности почвенного покрова и сохранить земельные ресурсы для грядущих поколений людей.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Чем определяется ограниченность земельных ресурсов?
2. Является ли земля возобновимым или невозобновимым, исчерпаемым или неисчерпаемым ресурсом?
3. Почему экономически выгоднее освоить новые земли, чем улучшить используемые? В чем «выгодность» и «невыгодность» такого подхода?
4. Почему охрана земель является «экономически невыгодным» делом? Как влияет социальное устройство общества на это?

5. С чем связано прогрессивное уменьшение нормы пахотной земли на душу населения? Каковы возможные последствия этого процесса в ближайшей и отдаленной перспективе?

6. Как влияет прогресс технологии на норму пашни на душу населения?

7. Какие главные статьи и факторы потерь пахотных земель?

8. Каковы пути прекращения потерь пахотных земель?

Глава 10

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Экологические проблемы земледелия

Земледелие — один из наиболее древних и обширных видов человеческой деятельности. С целью обеспечения своего существования, прежде всего питания, человек занимается земледелием уже многие тысячи лет, вероятно, не менее 7—8 тысяч лет. При этом важно подчеркнуть, что земледельческая деятельность человека охватывает в тех или иных масштабах все природные пояса и зоны планеты, за исключением климатически экстремальных полярных пустынь. За исторический период земледелия значительная часть суши в той или иной степени прошла через земледельческое использование, что привело к существенным изменениям природной окружающей среды, аккумулированным к настоящему времени.

В процессе земледелия человек очень резко изменяет природные экологические условия среды своего обитания. При этом он, естественно, никогда не задумывался об общепланетарном эффекте, своей «маленькой и полезной», с его точки зрения, работы, направленной в общем-то только на удовлетворение его собственных «маленьких» потребностей сегодняшнего дня. Ему как-то в голову не приходила мысль, понятая хорошо лишь к середине XX в. нашей эры, о том, что ведь и его сосед, и соседи его соседа, и вообще все люди на земле, каждый на своем «маленьком» участке, где он живет, занимаются той же «маленькой» рабо-

той, и что суммарный эффект этой «маленькой» работы может иметь какое-то значение для всей планеты. Время от времени человек, правда, замечал, что вокруг делается что-то не то, что в результате истощения и деградации земель, лесов и вод гибли целые цивилизации (Месопотамия, Семиречье, Карфаген и т. д.), но на их месте или рядом через некоторое время возникали новые и все шло своим чередом, хотя глубокий вздох человека по поводу того, что «жить становится все труднее», все более и более нарастал сквозь столетия по мере развития истории человечества пока не достиг современного крика души об экологическом кризисе планеты.

Неправда, что человек не думает о будущем. Он думает, особенно в наше время, и даже много, но только в силу своих реальных экономических и социальных возможностей, а они всегда ограничены определенной степенью социально-экономического развития человечества и определенным уровнем знания. Человек всегда хочет как лучше, а делает так, как может. Потребовалось несколько тысячелетий, чтобы человек понял, что такое экологический кризис, хотя знает о нем давно, еще со времен Древнего Вавилона.

Это общее положение полностью нашло свое подтверждение в истории развития земледелия и его влияния на окружающую среду в ее общепланетарном аспекте, подчеркнув кумулятивный в пространстве и времени эффект.

Самое первое влияние земледелия на окружающую среду и самое мощное по объему это уничтожение природной растительности на огромной площади и замена ее растительностью культурных полей. Главные биосферные эффекты этого действия: 1) замена большого разнообразия растительных видов, разнообразно приспособленных к варьирующим природным условиям, на небольшое количество специфических «тепличных» видов; 2) резкое снижение устойчивости растительных сообществ, состоящих из многих разнообразных видов, к неблагоприятным воздействиям среды (засухи, заморозки, переувлажнение, вспышки вредителей и болезней) в результате их смены одновидовыми сообществами; 3) снижение общей биологической продуктивности и биомассы на суше земного шара; 4) изменение природного биологического круговорота

веществ и изъятие из него существенной массы химических элементов; 5) изменение природных радиационного и водного балансов крупных территорий; 6) изменение гидрологического режима крупных территорий; 7) уничтожение природных местообитаний животных; 8) загрязнение атмосферы, гидросферы и педосферы; 9) деградация и потери почвенного покрова; 10) нарушение эволюционно сложившихся связей организмов биосферы и замена их новыми связями. Одновременно надо отметить такое влияние человека, как превращение бесплодных почв и малопродуктивных природных экосистем в высокопродуктивные земледельческие угодья путем коренных мелиораций: орошаемые земли в пустынях; осушенные земли на месте болот; рисовые поля вместо мангров, плавней, маршей, польдеры. Правда, масштабы такого положительного влияния намного меньше, чем перечисленные негативные эффекты.

Если проанализировать современные земельные ресурсы мира с точки зрения их биологической продуктивности и влияния на нее человека, то получается следующая картина:

11% (1617 млн. га)	— ледники
+10,5% (1543 млн. га)	— климатические пустыни, скалы
+5% (735 млн. га)	— антропогенные пустыни
+3% (441 млн. га)	— антропогенный бедленд
+2% (294 млн. га)	— города, постройки, дороги и пр.
<hr/>	
31,5% (4630 млн. га)	— исключено из биологической продуктивности суши
7,4% (1088 млн. га)	— тундры и болота с низкой продуктивностью
+13% (1911 млн. га)	— сельскохозяйственные земли со сниженной по сравнению с природной продуктивностью
+10% (1470 млн. га)	— истощенные пастбища
+15% (2205 млн. га)	— вторичные низкопродуктивные леса и заросли
<hr/>	
45,4% (6674 млн. га)	— пониженная биологическая продуктивность
2,1% (308 млн. га)	— водоемы суши с природной продуктивностью
+9% (1323 млн. га)	— луга и пастбища с высокой продуктивностью
+12% (1764 млн. га)	— леса с высокой продуктивностью
<hr/>	
23,1% (3395 млн. га)	— оставшаяся высокая природная биологическая продуктивность

Итак, 8% суши земного шара, или 1176 млн. га, представленные антропогенными пустынями и бедлендом, — это прямое наследие прошлой сельскохозяйственной деятельности человека, земли, исключенные из биологической продуктивности за историческое время. К этому надо добавить еще минимум 300 млн. га, входящие в 13% современных сельскохозяйственных земель и практически вышедшие из сельскохозяйственного пользования в результате деградации (эрозия, засоление, заболачивание и т. п.).

На 38% суши, или 5586 млн. га, биологическая продукция значительно понижена в результате человеческой деятельности. Из них 13% — это сельскохозяйственные земли, где в среднем биологическая продуктивность существенно понижена по сравнению с природной: в широколиственном лесу она составляет 125 ц/га·год, в луговой степи — 120 ц/га·год, а на пашне — в среднем лишь 50 ц/га·год; 10% суши — это истощенные, выбитые сухостепные, полупустынные и саванные пастбища; 15% суши — вторичные леса, кустарники, бамбучники, появившиеся на месте бывших высокопродуктивных лесов в результате вырубки и распашки земли, преимущественно в системе существующего много тысячелетий «кочевого» (подсечно-огневого, переложного) земледелия, при котором вырубается и выжигается участок леса под пашню, забрасываемую в длительный перелог или навсегда после 3—7 лет использования для перехода на соседний свежий участок леса.

К этому надо бы добавить и 2,1% водоемов суши, где природная биологическая продуктивность снизилась за историческое время; однако, если говорить о глобальных масштабах, то действительное положение нам не известно, так что эту территорию можно пока, видимо, причислить к природно-продуктивным территориям.

Таким образом, из 14,7 млрд. га суши 21,5%, или 3,2 млрд. га, — это природно непродуктивные земли, а на 50% суши, или около 7 млрд. га, биологическая продуктивность либо утеряна вовсе (10% суши, или 1,5 млрд. га), либо существенно снижена в результате истории хозяйствования человека, прежде всего путем сельскохозяйственной деятельности.

Вторым по своему объему влиянием сельскохозяй-

ственной деятельности человека на окружающую среду надо признать развитие ускоренной ветровой и водной эрозии почвенного покрова и связанные с этим потери земельных ресурсов, о чем подробно было сказано в соответствующей главе выше. Потери эти огромны и пока в глобальном масштабе не снижаются.

Культивируемые человеком сельскохозяйственные растения, как правило, обладают узким диапазоном приспособленности к почвенно-климатическим условиям произрастания. В то же время температура и влажность почвы и приземного воздуха подвержены резким колебаниям, которые за последнее время существенно усилились. На земле имеет место то там, то тут существенное снижение продуктивности сельскохозяйственных культур либо в результате засух, либо вследствие избытка атмосферных осадков, либо благодаря заморозкам или перегреву. Мировой недобор урожая вследствие этих причин ежегодно достигает огромных размеров по сравнению с тем, что могли бы дать эти культуры, если бы всюду сохранялись «нормальные» погодные условия их произрастания. Важно отметить и то обстоятельство, что амплитуда колебаний урожаев постоянно возрастает по мере прогрессивного роста средних урожаев, что, в частности, связано с уменьшением стойкости новых высокоурожайных сортов к колебаниям погоды (Ковда, 1981).

Аналогичное явление имеет место и в отношении болезней и вредителей сельскохозяйственных культур. Одновидовые растительные сообщества поражаются на больших площадях, что приводит в годы вспышек к существенному снижению биологической продукции. И хотя человек изобрел массу мер борьбы с вредителями и болезнями (ядохимикаты, севооборот, агротехника, биологические меры), проблема в целом весьма еще далека от решения. Использование химических средств защиты растений в мире все более нарастает, а имеющиеся биологические средства пока еще мало эффективны и применяются крайне ограниченно, что в конечном итоге ведет к росту химического загрязнения среды.

Очень важное значение имеет изменение биологического круговорота веществ природных экосистем при их замене агроэкосистемами, что приводит в общепланетарном масштабе и к изменению геологического кру-

говора веществ (рис. 34). По подсчетам Т. И. Евдокимовой и др. (1976), вовлечение главных биофильных элементов в биологический круговорот после распахки территорий по сравнению с исходным состоянием в среднем на одном гектаре в лесной зоне возросло

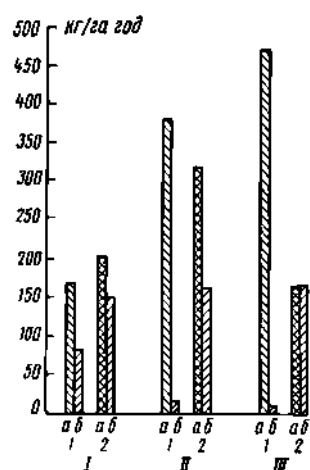


Рис. 34. Вовлечение элементов (сумма N, P, K, Ca, Mg, S) в биологический круговорот (а) и вынос в геологический круговорот (б) в доисторический период (1) и в настоящее время (2) в зонах тайги (I), лесостепи (II) и черноземных степей (III) европейской части СССР, кг/га·год (по данным Евдокимовой и др., 1976)

на 17%, в лесостепной зоне уменьшилось на 17% и в степной зоне уменьшилось почти в три раза: одновременно вынос этих элементов в геологический круговорот возрос соответственно в 2, 8 и 10 раз. Согласно этим же данным, резкие изменения имеют место в отдельных составляющих биологического круговорота веществ. Особенно разительные перемены произошли при распахке целинных степей на черноземах: годовое поступление в почву здесь сократилось: органического вещества, в 13 раз, азота—в 13 раз, фосфора—в 2,5 раза, калия—в 4 раза, кальция—в 35 раз, магния—в 36 раз, серы—в 15 раз. Естественно, такие радикальные изменения не могли не сказаться на состоянии почвенного круговорота

веществ, особенно если к этому добавить и развившуюся эрозию почв.

Существенное влияние на различные компоненты окружающей среды имеет использование ядохимикатов в земледелии. Много экологических проблем создает бесхозяйственность в земледелии или неумение комплексно решать проблемы рационального земледелия и использования земельных ресурсов, особенно при мелиорации земель.

Бесхозяйственность в земледелии, особенно в орошаемом, оборачивается не только недобором сельскохозяйственной продукции и экономическим ущербом обществу, она наносит прямой и трудно исправляемый ущерб окружающей природной среде, многим ее компонентам, включая почву, атмосферу, гидросферу и биосферу.

Существенные проблемы окружающей среды связаны с использованием в земледелии минеральных удобрений.

Из всей суммы вносимого в почву азота минеральных удобрений сельскохозяйственные растения используют лишь 40—50%. Поскольку вносимые соединения азота относятся к легкоподвижным и легкотрансформируемым, практически весь остаток неиспользованного в данный год азота либо вымывается из почвы в виде нитратов, либо улетучивается в атмосферу в виде газообразных соединений; отсюда — загрязнение атмосферы окислами азота, с одной стороны, загрязнение пресных вод нитратами — с другой, эвтрофикация водоемов — с третьей.

Значительная часть фосфорных удобрений также не используется растениями и сносится с полей поверхностным или внутрипочвенным и грунтовым стоком в гидрографическую сеть, способствуя эвтрофикации водоемов; кроме того, неумеренное применение фосфорных удобрений в почвах, где подвижность его соединений низкая (карбонатные почвы засушливых районов, например), приводит к интенсивному зафосфачиванию почв.

Неумеренное, сверхвысокое и несбалансированное применение минеральных удобрений в целях получения большой массы продукции ведет к ухудшению качества пищевых продуктов вплоть до их отравления избытком азота. Эта проблема имеет особенно серьезное глобальное значение, поскольку производство и применение фосфорных удобрений всюду существенно отстает от азотных: вносится много азота при недостатке фосфора, что может повлечь за собой весьма серьезные последствия, а не только превращение твердых пшениц в мягкие.

Многие ученые полагают, что минеральные удобрения — это вообще искусственное средство сегодняшнего дня, а не долговременное мероприятие, направленное

на улучшение почвы, в связи с чем широкое применение минеральных удобрений ведет к расходу капитальных почвенных резервов и скрывает падение их природного плодородия, о чем, в частности, свидетельствует уменьшение запасов гумуса в ряде пахотных почв.

Сложные проблемы возникают в связи с растущим использованием пестицидов в земледелии, большинство из которых являются потенциально токсичными для человека и других организмов, а их сейчас применяется более 300 видов. Иногда при их использовании забывают, что большинство из них — это яды, именно поэтому и используемые для борьбы с вредными организмами, причем яды не совсем строго избирательного действия. Опасность их применения можно проиллюстрировать лишь одним примером: исследование авиационного опрыскивания хлопчатника в Центральной Америке показало, что менее 50% применяемой дозы попадает на те поля, на которые она предназначена; больше половины осталось в воздухе; часть использованного пестицида попала на окружающие пастбища и была затем найдена в соответствующих мясных и молочных продуктах, в водных источниках, рыбе и рыбных продуктах, птицах и в конечном итоге в человеке. Самый строжайший контроль использования пестицидов в земледелии — неременное условие охраны окружающей среды. Однако, наиболее радикальной стратегией является широкое внедрение биометодов борьбы с вредителями, многие из которых уже прошли производственную апробацию.

Земледелие нашего времени — это энергонасыщенная экосистема, включающая всевозрастающие затраты энергии на производство и использование минеральных удобрений, сельскохозяйственных машин и оборудования, пестицидов, машинно подаваемой и отводимой воды. Затраты энергии на единицу земледельческой продукции в мире все возрастают. Что это, противодействие исчерпанию природного почвенного плодородия? Получение каждой последующей прибавки урожая стоит все дороже в терминах энергетических затрат, учитывая и новые высокоурожайные сорта сельскохозяйственных культур, выращивание которых требует особенно больших энергозатрат. Эта проблема пока далека от ясности и требует специального

исследования. Тем не менее быстрый рост потребления в земледелии энергетических ресурсов—это также одна из проблем окружающей среды в целом.

Следующая проблема—это отходы сельскохозяйственного производства и связанной с ним перерабатывающей промышленности. Годовое мировое производство 355 млн. т пшеницы, 344 млн. т риса, 322 млн. т кукурузы, 55 млн. т сорго, 46 млн. т проса и других зерновых культур ежегодно дает 1700 млн. т зерновой соломы, большая часть которой не используется и загрязняет среду. Огромные отходы дает производство хлопка, производство и переработка сахарного тростника, свеклы и др. В Малайзии, например, в 1974 г. 250 тыс. т ананасов дали только 40 тыс. т консервированного продукта и 210 тыс. т отходов, загрязнивших среду. Сточные воды, образующиеся при производстве крахмала из тапиоки, в 20 раз более загрязняют водную среду, чем муниципальные стоки; образующиеся при производстве пальмового масла—в 200 раз, при производстве сыворок—в 300 раз. Годовое производство твердых сельскохозяйственных отходов в США достигает 2 млрд. т, превышая отходы горнорудной промышленности. Утилизация отходов сельскохозяйственного производства—одна из крупных и трудно решаемых проблем охраны и очищения окружающей среды. Главное препятствие решению этой проблемы—высокая стоимость сбора, транспортировки и переработки сельскохозяйственных отходов и получаемых из них продуктов, не выдерживающая экономического соревнования с производством той же продукции другими путями. Что же касается вопроса очистки, то органические отходы предпочитают сжигать, выбрасывая в атмосферу накопленное тысячелетиями почвенное плодородие.

Существенное влияние оказывает сельское хозяйство на водный баланс и гидрологический режим крупных территорий, причем изменения могут быть разного направления и интенсивности. Если говорить в целом, то это прежде всего усиление и ускорение поверхностного стока в результате уничтожения естественной растительности и распашка больших территорий. С одной стороны, это приводит к истощению грунтовых вод, исчезновению малых рек и родников, усилению паводков и наводнений, усилению эрозии почвенного

покрова, росту оврагов, обсыханию водораздельных пространств, заиливанию русел и дельт рек. С другой стороны, развитие ирригации, строительство водохранилищ и зарегулированность речных русел ведут к подтоплению и заболачиванию огромных территорий. К сожалению, человек еще плохо умеет управлять гидрологическими процессами на обширных пространствах, а воздействует на них больше стихийно в результате кумулятивного эффекта многих разрозненных мероприятий.

Экологические проблемы ирригации

Орошаемое земледелие — единственное средство производства растительной сельскохозяйственной продукции в засушливых районах мира, где земледелие без орошения просто невозможно. Орошение позволяет при умелом его использовании регулировать водный режим почвы и тем самым увеличивать производство сельскохозяйственной продукции. Мало того, в сухих районах с малым количеством атмосферных осадков и большим количеством тепла орошение позволяет создавать в наибольшей степени управляемые почвенные режимы, поскольку непредсказуемые — атмосферные осадки здесь не «мешают» созданию оптимального искусственного водного режима. Это, может быть, одна из причин того, что древние земледельческие человеческие цивилизации развились прежде всего именно в оазисах среди пустынь (Хорезм, Индия, Месопотамия, Египет).

Ирригация была изобретена человеком как полезное и благотворное средство. Она действительно оказывает положительное влияние на экономику (ее первоначальное предназначение) и на окружающую среду в целом: увеличение сельскохозяйственной продукции, сохранение и улучшение почвенного покрова, смягчение климата, создание местообитаний разнообразных диких животных.

В то же время ирригация при ее нерациональном применении влечет ряд побочных неблагоприятных последствий: подъем уровня грунтовых вод и подтопле-

ние ими больших территорий, включая населенные пункты; засоление, осолонцевание, заболачивание и последующую потерю почв; распространение болезней сельскохозяйственных культур, животных и человека; засорение полей. А значительные территории орошаемых земель мира находятся в крайне запущенном, плохом мелиоративном состоянии: на 80% всей орошаемой площади используется древнеегипетская технология орошения; по данным ФАО (документ ООН E/C.7/L.54 от 08.12.76), из существовавших в 1975 г. в мире 223 млн.га орошаемых земель нуждались в реконструкции оросительной сети 86,2 и в строительстве дренажной сети — 78,2 млн.га (без учета СССР, США, Европы, Японии и Австралии). За истекшие годы положение изменилось в худшую сторону.

Негативное влияние развития ирригации на окружающую среду можно было бы рассмотреть на примере многих районов мира, где наряду с ее прямым положительным действием (получение продукции за счет орошения) имеется ряд существенных неблагоприятных побочных эффектов для окружающей среды в результате нерациональной технологии водопользования и земледелия. Это и Калифорния с практически полным истощением подземных водных ресурсов, засолением почв и опустыниванием, и Аризона с полным истощением р. Колорадо, засолением почв и сбросом соленых дренажных вод в Мексику и т. д. Существует мнение, что цивилизация Древнего Вавилона погибла от вторичного засоления почв и заиливания каналов при нерациональной бездренажной ирригации (Сагг, 1971); засоление земель в Месопотамии и сейчас огромная проблема.

Экологические проблемы ирригации начинаются с развития водных ресурсов, которое может включать: 1) строительство водоотводных каналов для забора воды из рек; 2) строительство водохранилищ; 3) устройство скважин для выкачивания подземных вод.

Забор воды из реки в ее верховьях или среднем течении влечет за собой понижение стока в межень и неспособность реки справиться с разбавлением и выносом сбрасываемых в нее отходов — сельскохозяйственных, промышленных и муниципальных стоков. Примеры таких обезвоженных рек многочисленны. Водозаборы в верховьях рек оказывают существенное влияние

на рыбное хозяйство, навигацию и все водное хозяйство низовий.

Создание водохранилищ на реках, с одной стороны, средство регулирования стока, с другой — накопление воды для целей ирригации. Негативные последствия строительства водохранилищ многочисленны: 1) изъятие и затопление продуктивных земель речных долин, особенно плодородных пойменных земель; 2) подтопление и заболачивание больших площадей вокруг водохранилищ; 3) вынужденное переселение больших групп людей со всеми вытекающими отсюда социальными и экономическими последствиями (строительство водохранилищ на р. Меконг потребует переселения 500 000 человек); 4) разрушение природных местобитаний диких животных, особенно при затоплении лесных территорий; 5) развитие водных переносчиков заболеваний на обширных мелководьях (малярия, онхоцеркоз, муха цеце, шистосоматоз и др.), чему, в частности, способствует сброс отходов в водохранилище вследствие отсутствия других дренажных путей в расположенных на его берегах поселениях; 6) развитие загрязненных берегов по мере изъятия воды из водохранилища; 7) аккумуляция ила в водохранилище, вызывающая заиливание водохранилища, требующее огромных средств на его очистку, недостаток ила на пойменных землях ниже по течению, усиление агрессивности чистой воды без ила и разрушение ею земляных ирригационных сооружений; 8) ущерб рыбоводству в низовьях реки и даже в море близ устья (после строительства Асуанской плотины улов сардины в Средиземном море близ дельты Нила упал с 18 тыс. т до 500 т в год); 9) увеличение засоления почв и грунтовых вод в дельте; 10) распространение водных растений — «цветение» воды, развитие водного гиацинта (*Eichornia crassipes*).

Что касается третьего источника оросительных вод — подземных водозапасах, то использование их, особенно при интенсивной откачке, как в Калифорнии и Аризоне, влечет следующие последствия: 1) истощение ресурсов ниже предела возобновимости (в провинции Пустынной низменности Аризоны уровень подземных вод в результате откачки упал с 1940 по 1968 г. на 33 м, причем четверть этого падения произошла за последнее пятилетие); 2) при откачке вод близ мор-

ских побережий создается угроза интрузии соленой морской воды в подземный резервуар.

Уже перечисленные проблемы окружающей среды, связанные с водозабором, достаточны для серьезного беспокойства, но ведь это только начало проблем. Еще больше их возникает в пределах оросительной системы, на самих орошаемых полях. Среди них необходимо отметить следующие.

1. Распространение водных переносчиков болезней человека и животных (шистосоматоз, малярия, энцефалиты, желтая лихорадка, онхоцеркоз).

2. Загрязнение грунтовых вод путем выноса загрязнителей (нитраты и пестициды) из почвы (в прибрежном районе Израиля концентрация нитратов в колодцах в 1955 г. в среднем была 16 мг/л, а в 1965 г. поднялась до 34 мг/л, а местами превысила предельно допустимый уровень — 45 мг/л; к 1970 г. 50% колодцев имели содержание нитратов выше допустимого уровня, а в 88 колодцах концентрация достигла 100 мг/л; при этом поступление нитратов в грунтовые воды составило 10—25 кг/га с целинных земель, до 80 кг/га с богарных земель и 460 кг/га с орошаемых земель).

3. Загрязнение поверхностных вод возвратными водами с орошаемых полей солями, удобрениями, пестицидами.

4. Подъем грунтовых вод и подтопление обширных территорий с последующим засолением и/или осолонцеванием почв. Это наибольшая проблема всего мирового орошаемого земледелия при отсутствии искусственного дренажа.

Примеры этого катастрофического явления поистине бесконечны, несмотря на длительную историю орошаемого земледелия. В верхней части Иорданской долины вода была отведена для самотечного орошения банановых плантаций со сбросом избытка воды назад в реку: за 25 лет уровень грунтовых вод поднялся на 40 м и установился на 1 м от поверхности. На Шабанкарехской оросительной системе близ Бушехра в Иране самотечное орошение плантаций финиковой пальмы за 20 лет привело к поднятию грунтовых вод с глубины 10 м до поверхности; все плантации на площади 20 тыс. га сейчас на грани гибели от вторичного засоления, в Пакистане из 15 млн. га орошаемых земель страдают 11 млн. га, в Ираке, Сирии затронуто этим

явлением более 50% всех орошаемых земель, в Египте — более 30, в Иране — более 15%, в Индии — более 12 млн. га. Причина всюду одна и та же: избыток воды при несовершенной ирригационной технологии и отсутствии искусственного дренажа.

5. Заиливание орошаемых полей осадком ирригационных вод, что в некоторых случаях дает положительный эффект, как в случае плодородного нильского ила, а в других случаях может вести к ряду неблагоприятных последствий: закупорка ирригационной сети, рост поверхности полей и прекращение функционирования ирригационной системы.

6. Ирригационная эрозия почв — эрозия по берегам каналов, эрозия при поливе по бороздам при слишком больших градиентах, плоскостная эрозия при поливах напуском.

Орошаемое земледелие — это, вероятно, наиболее древнее земледелие. Остатки древних оросительных систем возрастом в несколько тысяч лет были открыты археологами в цивилизациях Китая, Хорезма, Месопотамии, Северной Африки, Индии, в развалинах империй ацтеков и инков и т. д. Ирригационная система Кин Хо в Китае, построенная 2250 лет назад, была полностью заилена и вышла из строя; ирригационные системы шумеров, построенные в междуречье Тигра и Ефрата около 3000 лет до новой эры во время процветания Древнего Вавилона, стали страдать от интенсивного заболачивания и засоления после 1000—1500 лет успешного использования вследствие плохого ухода за оросительной сетью, наконец, вышли из строя, хотя полностью не были заброшены. Построенные финикийцами 1700 лет до н. э. оросительные системы Древнего Ливана были полностью заилены и вышли из строя, а процветавшая империя халифа Гаруна-Аль-Рашида перестала существовать. Построенные в 1000—500 гг. до новой эры оросительные системы доинкской культуры Перу покрывали вдвое большую площадь, чем оросительные системы нашего времени, и пришли в упадок вследствие вторичного засоления почв и заиливания каналов. Там же были разрушены и древние орошаемые террасы на горных склонах. Сейчас земледелие вокруг Куско поддерживает лишь ничтожную долю населения по сравнению с тем, что было во времена инков. Непосредственными причина-

ми заката оросительных систем всех древних цивилизаций были: эрозия водоподводящих каналов, заиливание распределительных каналов, заиливание орошаемых полей, поднятие грунтовых вод, вторичное засоление почв, ветровая эрозия и засыпание полей, разрушение террас на склонах, т. е. все те же самые явления, что прогрессируют и сейчас. Урок истории надо бы принять во внимание, но... вот уже несколько тысяч лет орошаемое земледелие борется все с теми же самыми проблемами.

Средств борьбы с перечисленными негативными эффектами ирригации много. Однако широкое использование их в глобальном масштабе сдерживается либо социальными факторами, либо экономикой сегодняшнего дня.

Экологические проблемы животноводства

Животноводством человек занимается многие тысячелетия. Как и земледелие, эта отрасль сельского хозяйства имеет много разнообразных форм в связи с разнообразием природных условий планеты. В тундре — это кочевое оленеводство, связанное со сменой зимних и летних пастбищ; в умеренных лесных, лесо-луговых и степных зонах — это пастбищно-стойловое содержание скота при запасании сухих кормов на сезон отсутствия зеленого корма; в засушливых холодных условиях — это отгонное скотоводство, а в засушливых теплых — кочевое скотоводство, связанное с сезонной сменой пастбищ, часто в форме номадизма. В последнее время к этим традиционным формам животноводства добавилось промышленно-стойловое откормочное содержание скота на огромных животноводческих фабриках, включая птицефабрики.

Наиболее экологически стабильным и находящимся в равновесии с окружающей средой, пожалуй, является пастбищное оленеводство в тундрах, устойчивость которого, в частности, определяется оптимальной нагрузкой животных на пастбища при очень низкой плотности населения в этих экстремальных климатических условиях. Природная первичная биологическая продуктивность тундры относительно низкая, и усиле-

ние нагрузки на пастбища имело бы здесь катастрофический эффект, тем более, что производство искусственных кормов здесь неэкономично. Тундровое оленеводство до настоящего времени служит примером экологически сбалансированной хозяйственной деятельности человека и не имеет негативных последствий для окружающей среды, давая в целом только положительный эффект, хотя местами и временами некоторые экологические проблемы возникают и в тундрах в связи с циклическими природными или антропогенными нарушениями в отдельных звеньях пищевой цепи.

Влияние пастбищно-стойлового животноводства умеренного пояса на окружающую среду более ощутимо. Оно прежде всего связано с загрязнением среды продуктами и отходами животноводства, особенно почвы и воды. Главные виды загрязнений следующие: 1) загрязнение гидрографической сети отходами боен, мясоперерабатывающих и молочных предприятий; 2) загрязнение водоемов экскрементами животных, включая огромные массы навоза вокруг ферм, особенно близ промышленных откормочных ферм, содержащих тысячи голов скота; 3) загрязнение почвы вокруг ферм избытком навоза.

Навоз издревле использовался человеком как ценное органическое удобрение. В регионах недостаточного природного органического топлива в степях, полупустынях и пустынях он особенно тщательно собирался и полностью использовался и используется сейчас как топливо. Однако в последние десятилетия возникла глобальная проблема утилизации навоза, особенно в умеренном поясе, в связи с колоссальным ростом его неиспользуемых запасов. Горы навоза буквально погребают некоторые животноводческие промышленные комплексы. Это связано с рядом социально-экономических обстоятельств: для промышленности животноводства навоз — это только загрязняющий отход, вывозка которого стоит дорого и ложится дополнительным бременем на стоимость продукции; для земледельцев — это дорого в связи с отсутствием необходимого транспорта, да и агрохимики обещают прибавки урожая более простым химическим путем. В целом же это оборачивается потерями для тех и других, а самое главное — почва не получает столь нужную ей органику. Кроме того, загрязненная навозом почвенная и водная

среда — это источник огромного количества патогенных микроорганизмов и паразитов человека и животных, особенно вызывающих кишечно-желудочные заболевания.

В экологически сбалансированной агроэкосистеме взятые из почвы химические элементы и углерод органических соединений должны с навозом и другими отходами животноводства возвращаться в почву для поддержания ее плодородия. Если этого нет, развиваются два неблагоприятных последствия для окружающей природной среды: ее загрязнение и истощение почвы с последующим падением урожая.

Одной из социальных причин сложившегося положения с навозом служит прогрессирующее до последнего времени отделение животноводства от земледелия и перевод его на промышленную основу. Земледелие для животноводства становится лишь поставщиком кормов, более того, лишь поставщиком сырья для промышленного производства концентрированных кормов. Обратной связи между ними нет, а это уже существенное нарушение экологически сбалансированного природного цикла веществ.

Во многих развивающихся странах эта проблема сейчас решается путем устройства установок для переработки органических отходов сельского хозяйства, включая навоз, в биогаз с использованием бактериального процесса метанового брожения. В Китае, Индии, Пакистане и других странах внедрены уже миллионы таких мелких установок в деревнях на коллективных или индивидуальных началах. Результаты переработки органических отходов в биогаз следующие: 1) утилизируются отходы и прекращается загрязнение среды; 2) получаемый горючий газ используется для отопления и других бытовых нужд (приготовление пищи, прежде всего), для выработки электричества; 3) вырабатывается концентрированное удобрение в виде остатка после процесса брожения не дорогое, но более эффективное, чем навоз. В промышленно развитых странах такая технология, вероятно, не будет экономически эффективной и решаться эта проблема должна иными путями.

В засушливых регионах мира главная экологическая проблема пастбищного скотоводства — постепенное истощение пастбищ при их перегрузке, уничтоже-

ние растительного и почвенного покрова, прогрессирующее опустынивание.

Первичная биологическая продуктивность засушливых экосистем, лимитируемая недостатком воды, небольшая. Соответственно экологический баланс здесь может быть поддержан лишь отчуждением годового текущего прироста растительной биомассы. Если же нагрузка скота начинает превышать природную способность пастбища и отчуждается не только годичный прирост, но и аккумулированный запас фитомассы, неизбежно начинается пастбищная депрессия и разрушение природной экосистемы. Так было много раз в истории человечества: практически все разбитые подвижные пески мира (Сахара, Аравия, Каракумы и др.) — это наследие былого неумеренного скотоводства. Продолжается процесс и сейчас.

Особенно трудное положение в этом отношении сложилось во второй половине нашего столетия в ряде засушливых регионов Северной, Южной и Восточной Африки, Южной Америки, Юго-Западной Азии, прежде всего в развивающихся странах. Два главных фактора сыграли свою роль: 1) рост населения в этих регионах; 2) «мясной бум» 50—70 гг., организованный транснациональными мясными корпорациями капиталистического мира.

Рост населения в XX в. привел к резкому росту поголовья скота и не только в целях получения товарной мясной и молочной продукции. Дело в том, что для многих народов, населяющих эти регионы, скот не только, а иногда и не столько, товар, сколько главное достояние семьи. Количеством голов скота определяется благосостояние человека: его дают в приданое при браках и обменивают на другой товар, им платят долги и т. д. Чем больше скота, тем богаче человек. Следствие — рост перегрузки скота на пастбищах в связи с ростом населения, борьба за продуктивные пастбища, за водопой, истощение пастбищ, опустынивание.

В начале 50-х гг. были вложены огромные капиталы в развитие мясного скотоводства в развивающихся странах. Были созданы многочисленные стада высокопродуктивного скота, построены скотобойни, перерабатывающие предприятия, пути транспортировки. Забыли лишь об одном — кормах. А мясо? Огромный мяс-

ной поток пошел на бойни, предприятия, в порты, минуя местное население. За двадцать лет такой «помощи» горы мяса были вывезены в Северную Америку и Европу (в ущерб своим животноводам, но с сохранением своих природных ресурсов), корпорации получили баснословные прибыли, а развивающиеся страны остались с пустынями на месте бывших пастбищ, громко взывая о помощи, продолжая голодать и не зная, как решить еще более усилившиеся проблемы животноводства и развития в целом. Не будем говорить о всех последствиях такого хозяйствования в данной книге, в ее контексте главный результат — это разрушение окружающей среды в результате хищнической эксплуатации природных ресурсов.

Надо сказать, что мир знает и другие результаты пастбищного животноводства в засушливых регионах. В частности, можно привести пример организованного на научной основе пастбищного животноводства в Каракумах Туркмении (Бабаев, 1980), где принимаются меры по повышению продуктивности пастбищ, обеспечивается пастбищеоборот, выдерживаются нормы нагрузки скота на пастбища, заготавливаются корма на периоды бескормицы, обеспечиваются запасы кормов у водопоев. Все это ведет к улучшению, а не разрушению природной среды, в частности одновременно обеспечивается закрепление песчаных массивов пустыни.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Перечислите положительные и негативные эффекты земледелия для окружающей среды?
2. Каковы пути повышения биологической продуктивности земледелия?
3. Почему в земледелии медленно внедряются известные почвозащитные технологии? Рассмотрите технические, социальные, экономические аспекты проблемы.
4. Каковы пути развития орошаемого земледелия, имея в виду его положительное и негативное влияние на окружающую среду и в связи с водными ресурсами?

Глава 11

ПРОБЛЕМА ТРАНСПОРТА

Современный транспорт во всех его видах — наземный, подземный, водный, воздушный, трубопроводный — величайшее благо цивилизации. Транспорт обеспечивает общение людей и материальный обмен между ними. Современное существование человечества без транспорта совершенно немыслимо. Транспорт является бурно развивающейся формой общения между людьми как в качественном, так и в количественном отношении, причем транспортный прогресс никогда не останавливался в истории человечества, продолжается он и сейчас путем изобретения все новых и новых транспортных средств. Но развитие транспорта принесло с собой и определенные проблемы окружающей человека среды, наибольшие из которых связаны с автомобильным транспортом, особенно в крупных городах.

Влияние транспорта как одного из компонентов окружающей среды должно быть исследовано с двух точек зрения: во-первых, на другие компоненты окружающей среды и, во-вторых, на самого человека.

Влияние транспорта на физические компоненты окружающей среды проявляется в двух отношениях: 1) влияние самих транспортных средств — автомашин, локомотивов, самолетов, водного транспорта; 2) влияние транспортных магистралей — наземных и подземных.

Влияние транспортных средств на окружающую среду проявляется в следующем: 1) химическое загрязнение продуктами сжигания топлива в двигателях, особенно в двигателях внутреннего сгорания; 2) тепловое загрязнение среды; 3) шумовое загрязнение; 4) существенное участие в истощении невозобновимых природных энергетических ресурсов; 5) влияние на строение атмосферы Земли и ее физические характеристики.

Химическое загрязнение продуктами сжигания топлива и отходами смазочных средств затрагивает главным образом атмосферу, но существенно сказывается на почве и растительности близ транспортных магистралей, на водных магистралах и в портах.

Доля автотранспорта в общем загрязнении атмосферы, например, в США составляет 60%, в Мексике —

50, во Франции и Италии — 25%. По данным М. Е. Берлянда (1974), в 1974 г. 250 млн. автомобилей мира выбросили в атмосферу около 200 млн. т окиси углерода, 50 млн. т углеводов, 20 млн. т азота и миллионы тонн сернистого газа, органических кислот, свинца, цинка, хлора, брома, значительные количества сажи. Выхлопные газы дизельных двигателей содержат меньше окиси углерода, окислов азота, углеводов, чем выхлопы бензиновых двигателей, но зато содержат больше твердых частиц дыма и сажи. В ограниченных пространствах туннелей, путепроводов, узких улиц концентрации выбрасываемых автомобилями веществ в воздухе могут достигнуть опасных для здоровья и жизни людей уровней, что и случается в действительности при автомобильных пробках в этих местах. Если выбрасываемые автомобилями окислы азота сами по себе не ядовиты, то под влиянием солнечных лучей они образуют фотохимический смог, влияющий губительно на глаза и легкие людей, что заставляло, например, регулировщиков движения на ряде улиц Токио надевать противогазы.

Поскольку во многих странах к бензину добавляют алкиловый свинец, то выхлопы автомобилей содержат довольно много его соединений. Одновременно выбрасываются и соединения цинка. Почвы сельской местности содержат в 10—20 раз меньше свинца, чем почвы городов. Резко повышено содержание свинца и цинка в почвах и растительности вдоль транспортных магистралей (рис. 35), особенно вблизи бензоколонок.

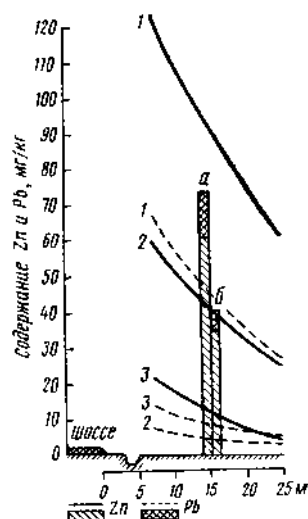


Рис. 35. Содержание цинка и свинца во мхах (1), злаковых травах (2), почве (3) и хвое ели с стороны дороги (а) и с противоположной стороны (б) вблизи автомагистралей Латвии (Бежиня, Бериня, 1978)

Количество выделяемых автомобилями выхлопных газов зависит от типа двигателя, его мощности, режима работы и условий эксплуатации. При плохо отрегулированном двигателе количество вредных выбросов в атмосферу увеличивается в 10—15 раз по сравнению с нормальным для данного двигателя, что, к сожалению, случается слишком часто.

Самолеты и железнодорожные локомотивы намного меньше загрязняют среду, чем автомобили, тракторы и прочие самоходные наземные машины. Однако один самолет при перелете на 1000 км использует столько же кислорода, сколько потребляет один человек в течение года, выделяя соответствующее количество окиси углерода. Летящие на большой высоте самолеты выбрасывают окислы азота непосредственно в нижних слоях стратосферы, где они вступают в фотохимические реакции, ведущие к разрушению озонового экрана планеты, защищающего ее от ультрафиолетового излучения Солнца. Особенно велико загрязнение атмосферы вблизи аэропортов.

Шум является одним из широко признанных и нетерпимых экологических последствий увеличения количества дорожных и воздушных транспортных средств. Он мешает работать, спать, отдыхать, оказывает психологическое воздействие и может даже привести к нарушению слуха. Эта проблема особенно серьезна в крупных городах и прежде всего вдоль их главных автомагистралей, где шум не стихает даже ночью. Со всем плохо обстоит дело в городских центрах многих развивающихся стран, где мотоциклы и старые автомобили, а также грузовые автомашины переполняют улицы и где установка глушительных систем и контроль за состоянием автомашин не входят в число приоритетов.

Беспокойства, причиняемые шумом взлетающих и приземляющихся самолетов жителям вблизи аэропортов, стали психофизиологической и экологической проблемой исключительных масштабов и сложности. Поскольку воздушные перевозки все более расширяются, аэропорты занимают все больше и больше земли под взлетно-посадочные полосы и все большие воздушные коридоры. Растущие города приближаются все ближе к аэропортам, постепенно окружая их и оказываясь в зоне повышенного шума.

Многочисленные протесты населения многих стран мира и проведенные исследования позволили принять ряд мер по снижению шума самолетов, хотя проблема еще далека от решения. Шум самолетов может быть уменьшен путем сочетания технологических усовершенствований двигателей и оперативного контроля: во многих аэропортах запрещены ночные полеты, администрация ряда аэропортов требует сокращения числа оборотов двигателей вскоре после взлета и чтобы самолеты набирали высоту более медленно, а также заходили на посадку и взлетали в пределах коридоров вне пределов жилых районов.

Исследования показали, что около 100 млн. человек в капиталистических странах Европы и Северной Америки, или 15% их общего населения, страдают в своих домах от шума, считаемого «недопустимым», т. е. превышающего 65 децибел, а 300 млн. человек, или 50% населения, — от шума, считаемого «нежелательным» (более 55 децибел). Шум обычного уличного транспорта достигает 85 децибел, а шум взлетающего самолета — 125 децибел на расстоянии 100 м. От 1 до 3% населения разных стран подвергаются влиянию шума железнодорожного транспорта, превышающего 65 децибел. В крупных городах шум в среднем вдвое сильнее, чем в небольших. В Париже, Лондоне, Чикаго почти половина населения подвергается «недопустимому» шуму.

Транспорт является крупным потребителем энергии: в США он потребляет около 55% всех нефтепродуктов, в Европе — около 31, в Кении — 65%. Это ведет к большому расходу горючих ископаемых, прежде всего нефти, запасы которой на Земле, как известно, ограничены. Энергетический кризис последних лет заставил серьезно задуматься об экономии топлива, что резко двинуло вперед изобретательство в области новых двигателей и новых видов топлива. Ведутся энергичные разработки электромобилей, двигателей с использованием водородного и ядерного топлива. Существенно двинулось вперед дело разработки более экономичных двигателей. В Бразилии нашли выход в применении в двигателях существующих типов смеси бензина со спиртом, что резко снизило потребление нефти и уменьшило загрязнение среды выхлопными газами, но резко усилило загрязнение среды отходами производ-

ства спирта из сахарного тростника. Предложено очень много новых технологических решений проблемы снижения потребления энергии на транспорте, включая системы рационального управления дорожным движением, но пока ежегодно в мире производится около 30 млн. автомобилей, основанных на старом технологическом принципе.

Влияние транспортных магистралей на окружающую среду связано с двумя обстоятельствами. Во-первых, это отчуждение земли, в том числе пахотной, для строительства дорог, трубопровода, аэропортов.

Самый прогрессивный вид транспорта — трубопроводный, по которому уже сейчас перемещается большое количество нефти, газа, угля, руд. Однако общая протяженность существующих и строящихся трубопроводов в мире уже достигла 140 тыс. км, а ведь на 1 км трубопровода отчуждается 4 га земли, что дает общую площадь используемой для них земли около 560 тыс. га. Что же касается автомобильных и железных дорог, то здесь отчуждения земли еще более значительны. В 1974 г. в США под транспорт было отведено 11,4 млн. га (1,2% всей территории страны): 9,3 млн. га под автомобильными дорогами; 1,3 млн. га — под железными дорогами; 0,8 млн. га — под аэропортами. В городах дороги занимают 15—25% (до 30% в городах-новостройках) всей городской территории. Большие площади занимают дороги местного значения, проселки. Площади земель, отчуждаемых для дорожного строительства, все растут.

Второй аспект влияния транспортных магистралей на окружающую среду — это изменение гидрологии земной поверхности и прежде всего регулирование поверхностного стока, перевод существенной части его в подземный. С одной стороны, это приводит к подтоплению ряда территорий (некоторые «мочары» в Молдавии и на Украине), а с другой — к иссяканию ряда водисточников, в частности к исчезновению множества малых рек, особенно в степных районах.

Что касается влияния транспорта на самого человека, то прежде всего приходится отметить дорожно-транспортный травматизм. Согласно данным ВОЗ, каждый год в результате дорожных происшествий погибает четверть миллиона людей и несколько миллионов получают увечья, при этом большинство постра-

давших составляют пешеходы. Только за 1980—1981 гг. на дорогах США погибло больше американцев, чем во время войны во Вьетнаме. Каждый час на улицах американских городов погибают 3 и получают серьезные увечья 80 человек; каждый второй житель США в течение своей жизни не менее одного раза становится жертвой дорожной катастрофы. Число смертей на 1 млн. км дорог в развивающихся странах примерно в 6 раз меньше, чем в США.

Важно отметить, что люди являются не единственными жертвами транспорта. Газета «Нью-Йорк Таймс» опубликовала 16 ноября 1972 г. результаты исследований, согласно которым на дорогах США каждый год гибнут 12 тыс. оленей и 1,2 тыс. других крупных диких животных в дополнение к бесчисленному количеству домашних животных и птиц; только стоимость ущерба автомобилистам, нанесенного при столкновениях машин с животными, была оценена более чем в 30 млн. долларов в год.

Транспортная проблема городов усугубляется тем обстоятельством, что значительная часть их была построена задолго до изобретения автомобиля, с узкими улицами и крутыми поворотами. Сегодня они переполнены легковыми и грузовыми автомобилями, автобусами, трамваями, троллейбусами, и это резкое увеличение городского транспорта при одновременном росте населения приводит к поистине кризисным ситуациям, которые уже захлестнули ряд крупных городов мира: многочасовые пиковые автомобильные пробки на магистральных улицах Нью-Йорка, Парижа, Лондона, Токио и других городов, с которыми не может справиться ни одна самая сверхсовременная электронная регулировка.

Рост числа автомобилей на дорогах мира стал поистине беспрецедентным. В США число находящихся в личном пользовании автомобилей приближается к одному на каждого двух жителей. В период с 1960 по 1970 г. число автомобилей в капиталистических странах мира выросло вдвое, а их население — лишь на 11%. Если в 1974 г. число автомобилей в мире составляло 250 млн., то к 1985 г. оно достигнет 320 млн. Число автомобилей растет не только в развитых, но и в развивающихся странах, многие из которых сами стали осуществлять их производство (Индия, Бразилия).

Резкие изменения произошли и в морском транспорте. В 1954 г. мировой танкерный флот состоял всего из 3,5 тыс. судов общим водоизмещением 37 млн. т. К 1977 г. его водоизмещение достигло 340 млн. т. Резкие изменения произошли и в размерах судов; сейчас есть уже танкеры водоизмещением более 500 тыс. т. Соответственно растет загрязнение морей, особенно близ побережий и в портах. Особое значение приобретают аварии крупных морских судов: из танкера «Торри Каньон» в море вылилось 80 тыс. т. нефти, из танкера «Метула» — 52 тыс. т, из танкера «Амо Кадис» — около 220 тыс. т. Такие нефтяные загрязнения ведут к гибели огромного числа морских птиц, донных животных (устрицы, крабы и др.), загрязняют побережья, наносят ущерб рыболовству, туризму, прибрежным поселениям. Ликвидация последствий таких аварий растягивается на годы и требует больших средств.

Транспортные проблемы привлекают серьезное внимание и частично решаются теми или иными мерами: введение ограничительных стандартов на содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах; создание новых типов двигателей автомобилей; установка очистных приспособлений на машинах; введение новых видов топлива; введение новых способов очистки танков нефтеналивных судов; ограничения на водном транспорте; перераспределение транспортных потоков путем эффективного регулирования уличного движения с помощью ЭВМ; закрытие для наземного транспорта центральных районов в ряде городов, особенно в целях спасения историко-культурных памятников и т. д. Однако кардинальное решение транспортных проблем окружающей среды, вероятно, будет найдено лишь в связи с принципиально новыми технологическими решениями: трубопроводы, пневмопроводы, электрический транспорт, транспорт на ядерном, водородном топливе и солнечных батареях и т. п.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Как влияет автомобильный транспорт на окружающую среду?
2. Как целесообразнее развивать в перспективе городской транспорт: путем увеличения числа личных автомобилей или путем развития общественного транспорта?
3. Каковы пути борьбы с уличным транспортным шумом?
4. Есть предложение перевести весь грузовой транспорт города

на ночную работу. Каковы социальные и экономические последствия такого шага? Возможно ли это в принципе? Выгодно ли это?

5. Каковы пути ликвидации транспортных проблем в «часы пик» в больших городах? Рассмотрите экономические, социальные, здравоохранительные аспекты «часов пик» и их наличие как элемента окружающей среды.

6. Бесконтрольное производство легковых автомашин в Японии, США и ряде других стран создало ряд социальных, экономических проблем и проблем окружающей среды в этих странах. Какая разница в производстве автомобилей в социалистических странах и как решаются в них проблемы окружающей среды, связанные с автомобильным транспортом?

Глава 12

ПРОБЛЕМА ЭНЕРГИИ

Энергетические проблемы окружающей среды определяют два фактора: 1) использование энергетических ресурсов планеты и возможное истощение их некоторых видов; 2) влияние на окружающую среду производства и потребления энергии.

Энергетические ресурсы планеты и их использование

Уровень энерговооруженности человеческого труда в XX в. растет беспрецедентными темпами, никогда не наблюдавшимися в течение многих тысячелетий истории человечества. И хотя человек всегда пользовался какими-то энергетическими ресурсами, то энергетика, которую мы знаем сегодня, — это явление только XX в.; раньше ее просто не было (рис. 36, 37).

Ускоренный рост энергетики связан прежде всего с расширенным ростом промышленного производства и его энерговооруженности и энергоемкости, а также с ростом народонаселения. Развитие современной научно-технической революции и энергетики шло параллельно, взаимно обуславливая друг друга. Главным потребителем энергии всегда была промышленность, хотя другие отрасли хозяйства также развивали свою энергоемкость (рис. 36).

Основным источником для получения энергии было и пока остается ископаемое топливо — уголь, нефть, природный газ, торф (рис. 37). В соотношении различ-

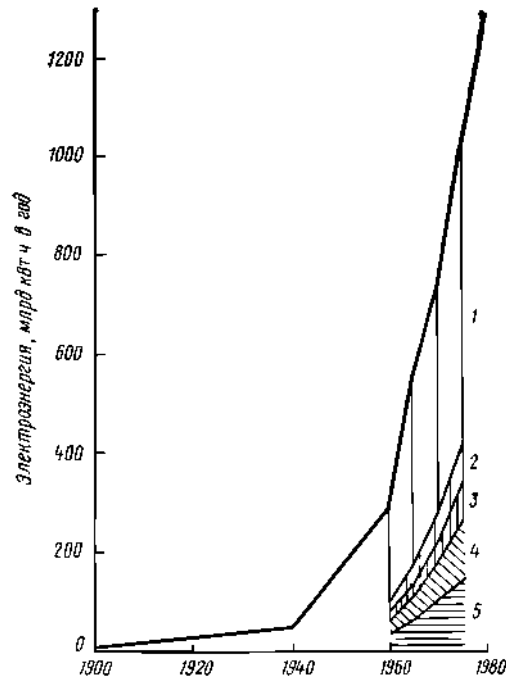


Рис. 36. Рост потребления электроэнергии в СССР в целом и в различных отраслях народного хозяйства:
 1 — промышленность, 2 — транспорт, 3 — сельское хозяйство, 4 — коммунальное хозяйство, 5 — собственные нужды электростанций и потери в сетях

ных видов энергетических ресурсов на протяжении развития энергетики наблюдались существенные изменения. С 1900 по 1980 г. доля ресурсов в мировом производстве энергии изменилась следующим образом: угля — снизилась с 76 до 26%; нефти — возросла с 3 до 38%; природного газа — возросла с 1 до 21%; дров и торфа — упала с 18 до 3%; ядерного топлива — возросла от 0 до 8%; всех других энергетических ресурсов — выросла с 2 до 4%. Согласно прогнозам, в 2000 г. четыре главных вида топлива будут давать 94% всей потребляемой энергии: уголь — 20%, нефть — 26, природный газ — 23 и ядерное топливо — 25% (Канаев, Копп, 1980). Что же касается более длительных прогнозов, то они непосредственно касаются проблем

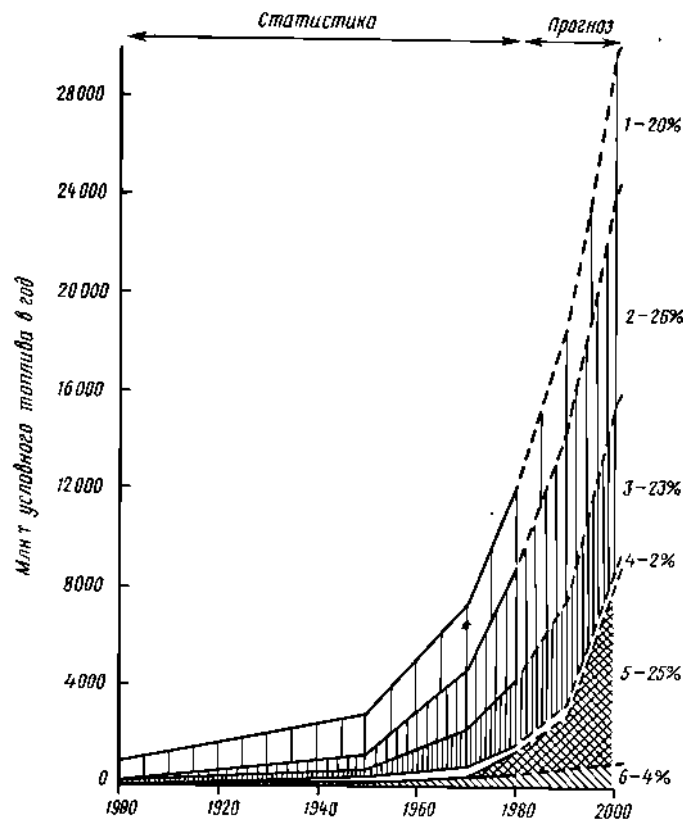


Рис. 37. Рост мирового потребления энергетических ресурсов: 1 — уголь; 2 — нефть; 3 — природный газ; 4 — торф и дрова; 5 — ядерное топливо; 6 — все остальные виды энергетических ресурсов (ветровая, водная, солнечная энергия)

окружающей среды, и о них мы скажем несколько ниже.

Существенно к концу века изменилась и структура использования энергетических ресурсов, примером чему могут служить соответствующие данные для СССР: если даже в 1940 г. на непосредственное использование шло 84% добываемого топлива и только 16% на производство электрической энергии, то к 1975 г. на производство электроэнергии тратилось уже 47%.

Годовое потребление энергетических ресурсов мира

возросло с 950 млн. т условного топлива в 1900 г. до 12 200 млн. т в 1980 г., или в 13 раз, а к концу века прогнозируется достичь 23—30 млрд. т, т. е. за 20 лет вырастет еще вдвое. Соответствующие изменения произошли не только в суммарном потреблении энергии человечеством в целом, но и в «энерговооруженности» каждого отдельного жителя планеты, т. е. в производ-

Таблица 31

Отношение между ростом народонаселения мира и потреблением энергетических ресурсов планеты

	1900	1950	1970	1980	2000
Население мира, млн. чел.	1656	2501	3686	4 400	6 500
Потребление энергоресурсов, млн. т условного топлива	950	2855	7355	12 200	30 000
Потребление энергоресурсов, т условного топлива на душу населения	0,6	1,1	2,0	2,8	4,6

стве энергии на душу населения (табл. 31), которое за 80 лет нашего столетия выросло в 4,5 раза.

Таблица 32

Потребление энергетических ресурсов в 1976 г., млн. т условного топлива (по данным Статистического ежегодника ООН)

Регионы	Общее потребление	Уголь	Нефть	Природный газ	Другие виды топлива	Общее потребление на душу населения, кг
Мир в целом	8318	2696	2733	1662	228	2 069
Африка	164	77	73	10	5	397
Северная Америка	2716	570	1244	814	87	11 395
Центральная Америка	185	10	130	39	5	1 265
Южная Америка	158	10	120	15	13	868
Ближний Восток	144	9	92	42	2	1 169
Азия (без Ближнего Востока)	704	200	449	32	23	557
Западная Европа	1573	394	868	251	60	4 289
Австралия и Океания	106	44	49	9	4	4 953
Социалистические страны ¹	2570	1383	708	450	29	2 030

¹ Включая СССР, восточноевропейские соцстраны, КНР, Монголию, КНДР, Вьетнам.

Как и во всех других случаях, средние мировые величины скрывают картину разного уровня энергообеспеченности и энергообеспеченности жителей планеты. Различия между континентами мира в потреблении энергетических ресурсов показаны в табл. 32. В Африке и в 1976 г. на каждого жителя потреблялось почти вдвое меньше энергии, чем в среднем в мире в 1900 г., т. е. энергетическая революция практически не затронула этот континент. В то же время в Северной Америке потреблялось в 1976 г. на каждого жителя в 30 раз больше энергии, чем в Африке. Еще более разительные контрасты вскрываются при сравнении положения в отдельных странах (данные за 1976 г.): в США потреблялось на душу населения 11 554 кг условного топлива, в Бурунди — 11, Мали — 27, Буркина-Фасо — 18, Уганде — 48, Чаде — 23, Эфиопии — 27, Руанде — 17, Боливии — 318, Парагвае — 181, Афганистане — 41, Бангладеш — 32, Кампучии — 16, Непале — 11, Индии — 218, Бирме — 49 и т. д.

Как же обстоит дело с запасами невозобновляемых энергетических ресурсов планеты, к чему ведет столь быстрый рост их потребления в XX в.? Если говорить о горючих ископаемых, а до конца XX в. они, видимо, будут составлять 70% всех энергетических ресурсов, то положение малоутешительное (табл. 33).

Таблица 33
Оценка мировых запасов органического топлива (на 1977 г.),
млрд. т условного топлива

Виды топлива	Разведанные ресурсы, извлекаемые при современной технологии	Потенциальные геологические запасы	
		Арбатов, 1977	Канаев, Копл, 1980
Уголь	550—700	4000—5000	6000—10 000
Нефть	85—105	900—1200	750—1250
Природный газ	55—75	600—750	250—380

Естественно, существующие оценки геологических запасов горючих ископаемых весьма приблизительны. Однако исчерпание их запасов неизбежно, поскольку они конечны и в общем-то не такие уж большие. С начала своего развития человечество использовало (се-

жгло) 80—85 млрд. т условного топлива, причем половину этого количества за вторую половину XX в. За 1971—2000 гг. согласно прогнозам оно сожжет еще 76,2 млрд. т угля, 247 млрд. т нефти, 99,7 млрд. т газа (Deldago, Tamago, 1972). Свободная нефть, таким образом, будет использована почти полностью, останется лишь трудно добываемая в сланцах. Будут исчерпаны и другие горючие ископаемые (рис. 38), хотя сейчас и очень трудно оценить достоверность существующих прогнозов.

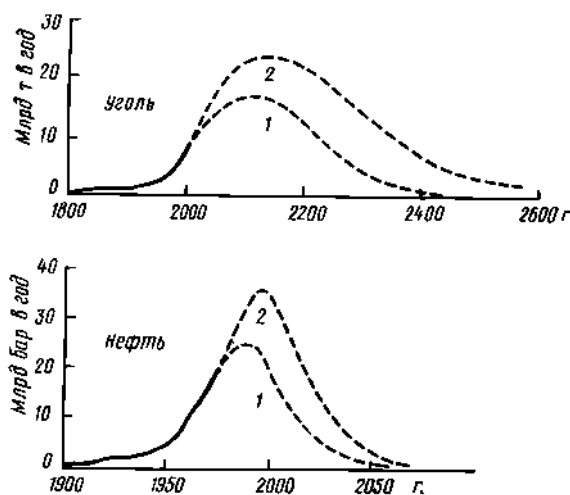


Рис. 38. Прошлое, современное и будущее производство нефти и угля в мире:
1 — минимальный вариант; 2 — максимальный вариант прогноза (Hubert, 1971)

В такой ситуации, естественно, человек ищет другие источники энергии. В 1954 г. в СССР впервые в мире была построена первая атомная электростанция на ядерном горючем, сейчас строительство АЭС широко ведется и проектируется во всем мире, а к 2000 г. атомные электростанции дадут уже четверть всей потребляемой в мире энергии. Однако запасы ядерного топлива на Земле тоже исчерпаемы, хотя и несравненно выше, чем органического. Например, хотя общий запас урана в земной коре составляет $2,5 \cdot 10^{12}$ т, а в мировом океане — $4,5 \cdot 10^9$ т, геологически доступные

запасы оцениваются лишь в 5—8 млн. т. То же можно сказать и в отношении тория. Тем не менее ядерная энергетика развивается быстрыми темпами и ей принадлежит будущее.

Одновременно ведется большая работа по расширению использования возобновляемых источников энергии: солнечной, геотермальной, ветровой, приливной и др., запасы которой практически неисчерпаемы. Особенное внимание в последние годы привлекло непосредственное преобразование солнечной энергии в тепловую или электрическую, тем более что это наиболее «чистая» энергия. Все эти «необычные» виды энергии вполне могут обеспечить любой рост потребления энергии человека как на ближайшую, так и на любую отдаленную перспективу. Сейчас это еще очень дорого, например, непосредственное использование солнечной энергии (стоимость производства 1 кВтч энергии в 1979 г. составляла на ГЭС 0,149 к., на ТЭС — 0,752, на АЭС — 0,786 к., а на экспериментальной солнечной электростанции в Крыму — 1,5—2 р., т. е. в тысячу раз больше), но в будущем может оказаться весьма экономичным в связи с прогрессом технологических решений. Если сейчас энергетика «закомплексована» на нефть и уголь, то в ближайшей перспективе акцент неизбежно будет сделан на использовании других видов энергетических ресурсов, тем более что по мере исчерпания ресурсов нефти все более и более будет входить в жизнь известное положение Д. И. Менделеева о том, что нефть — это слишком ценное химическое сырье, которое грех использовать на топливо, «топить можно и ассигнациями». Пока мир это еще не осознал в достаточной полноте.

Влияние производства и потребления энергии на окружающую среду

Влияние производства и потребления энергии на окружающую среду весьма многообразное и неоднозначное.

В социальном плане рост потребления энергии, широко понимаемый как рост энерговооруженности человека, влечет целый ряд важных последствий. Во-первых, это общий социально-экономический прогресс человечества, рост и модернизация промышленного про-

изводства, строительства, транспорта, сельского хозяйства, прогрессивное развитие общества в целом. Вторых, это прогресс в возможности влияния человека на окружающую среду, превращение хозяйственной деятельности человека в геологический фактор преобразования земной поверхности. В-третьих, это все большее освобождение человека от необходимости выполнения тяжелых операций, которые поручаются машинам, — прогресс механизации и автоматизации труда, все большее использование промышленных роботов и все большее отстранение человека от непосредственного процесса производства и приобретение им функций управления и контроля производственного процесса. В капиталистической системе следствием этого является колоссальный рост безработицы и деградация человеческой личности; в социалистической системе это обеспечивает гармоничное развитие человека, приближение физического труда к умственному, освобождение человека от изнурительного физического труда.

Что же касается влияния на природную окружающую среду, то, с одной стороны, это прогрессирующее истощение невозобновимых природных ресурсов, а с другой — прогрессирующее химическое и тепловое загрязнение среды, прежде всего атмосферы и гидросферы.

Химическое загрязнение среды связано, главным образом, с сжиганием органического топлива и выбросом в среду продуктов — газов, сажи, золы. Загрязняется среда и при добыче и транспортировке топлива, особенно нефти и угля. Загрязнение среды в местах добычи топлива определяется, с одной стороны, имеющейся в данное время технологией и экономикой, а с другой — социально-экономическими условиями. Примером первого обстоятельства может служить бесполезное, расточительное сжигание попутных газов на нефтяных полях и нефтеперерабатывающих предприятиях всего мира, в огромных масштабах продолжающееся до сего времени. Ни технология добычи и переработки нефти, ни экономика пока не дают возможности использовать этот ресурс, и он просто растрачивается, загрязняя атмосферу, хотя кое-какие первые шаги в этом отношении и делаются, в частности в СССР. Что касается второго, достаточно сравнить общую картину прокопченного угольной пылью дорево-

люционного Донбасса с сегодняшним цветущим, богатым садами и парками, красивыми городами и горняцкими поселками угольным центром страны. Однако в большинстве стран мира районы угледобычи все еще напоминают старый Донбасс, где на десятки километров уничтожается растительный покров, а легкие людей черны от угольной пыли.

Интенсивно загрязняется среда в местах нефтедобычи, где на больших пространствах почва, буквально как губка, пропитывается нефтью и выключается из продуктивности биосферы. Особенно большие загрязнения среды связаны с фонтанированием нефтяных скважин, с авариями. Классическим примером явилась трагедия 1979 г. в Мексиканском заливе, когда взорвалась подводная скважина, и у берегов Мексики долго в море бушевал огненный смерч, а на поверхность воды ежедневно изливалось до 15 тыс. т нефти. К огромному загрязнению акватории и берегов приводят и аварии перевозящих нефть танкеров.

Доля энергетики в химическом загрязнении атмосферы колеблется в разных странах: США — 23%, ФРГ — 66, Франция — 50, Италия — 50, Мексика — 15%. Если же к этому добавить сжигание органического топлива в автотранспортных двигателях, она возрастает до 75—85%. За счет сжигания топлива содержание углекислого газа в атмосфере за последнее столетие увеличилось на 400 млрд. т, что уже привело к росту его средней концентрации в атмосферном воздухе. Годовой выброс в атмосферу только за счет энергетики составляет: окись углерода — 20 млн. т, другие окислы углерода — 400—1500, окислы азота — 15—25, окислы серы — 70—100, твердые частицы и сажа — 100—400 млн. т. Наименьшее загрязнение наблюдается при сжигании природного газа, а наибольшее — угля (табл. 34).

Поскольку основное производство электроэнергии мира сосредоточено на ТЭС (гидроэлектростанции дают не более 20% всей электроэнергии), то они служат и главными химическими и тепловыми загрязнителями среды, связанными с производством энергии. Тепловое загрязнение связано с тем, что КПД современных паротурбинных ТЭС не превышает 38—41%, т. е. 59—62% всего производимого тепла выделяется в среду и бесполезно теряется.

Таблица 34

Потребление топлива и выбросы в атмосферу веществ тепловой электростанцией мощностью 1000 МВт, тыс. т в год
(Канаев, Копп, 1980)

	Мазут с 1,6% серы	Уголь с 3,5% серы	Природный газ, млрд. м ³
Расход топлива, млн. т в год	1,57	2,30	1,9
Выбросы:			
окислов серы	53,66	139,00	0,01
окислов азота	21,70	20,88	12,08
твердых частиц	0,73	4,49	0,46
углеводородов	0,67	0,52	мало
окиси углерода	0,68	0,21	мало

Очень много было опасений с точки зрения загрязнения окружающей среды при строительстве и эксплуатации атомных электростанций. Однако современные проекты АЭС предусматривают особо надежную защиту среды от радиоактивного заражения как при нормальной работе, так и при аварийных ситуациях. Расчеты показывают, что суммарное воздействие всех АЭС мира, которые будут построены до 2000 г., не приведет к изменению естественного фона радиоактивности. Особую проблему составляет надежное захоронение радиоактивных отходов АЭС, для чего принимаются все меры защиты; однако эта проблема еще далека от решения и часто приводит к существенным политическим неурядицам. Так, правительство Испании в 1982 г. заявило официальный протест Бельгии по поводу захоронения радиоактивных отходов в Атлантическом океане близ побережья Галисии.

Таким образом, энергетика — это особенно «грязная» область человеческой деятельности на планете, ведущая к истощению невозобновимых природных ресурсов, химическому и тепловому загрязнению среды, причем эти неблагоприятные воздействия на окружающую среду проявились и, вероятно, кончатся в XX в. XXI в. будет веком чистой энергетики, в которой будут преобладать атомные электростанции с надежной системой защиты, прямое использование солнечного излучения для получения тепловой и электрической энергии (на острове Крит в 1982 г. пущена в эксплуатацию первая в Греции электростанция, работающая на сол-

нечной энергии, мощностью 50 кВт — одна из крупнейших в Европе) фототермическим, фотоэлектрическим или фотохимическим путем. Наибольшие надежды пока энергетики возлагают на управляемые термоядерные реакции, энергия которых поистине неисчерпаема. Но это — дело будущего. Пока же энергетическая проблема мира во всех ее аспектах нарастает, особенно в связи с воздействием энергетики на окружающую среду, что требует существенного внимания к охране окружающей природной среды, прежде всего путем технологических решений.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. С чем связан рост производства и потребления энергии в XX в? Будет ли он продолжаться после полного исчерпания горючих ископаемых?
2. Служит ли производство биогаза примером «безотходной технологии»? Можно ли и выгодно ли организовать его производство в больших масштабах или оно имеет лишь узко местное значение?
3. Перечислите альтернативные способы получения энергии после исчерпания горючих ископаемых.
4. Существуют ли пути снижения загрязняющего влияния производства тепловой и электрической энергии? Каковы они? Почему они до сих пор мало применяются в глобальном масштабе?
5. Какое влияние на окружающую среду оказывает гидроэнергетика?
6. Каковы возможные экологические последствия широкого использования геотермальной, особенно гидротермальной энергии?
7. Почему сжигается попутный газ при добыче и переработке нефти? Каковы возможные пути его использования?
8. Возможна ли крупномасштабная экономия энергии? Каковы ее пути?

Глава 13

ПРОБЛЕМА ЛИТОСФЕРЫ

Проблема литосферы, как и многие другие проблемы окружающей среды, возникла в XX в. в связи с беспрецедентным в истории ростом потребления ее ресурсов в целях прогрессивного развития производства, строительства и транспорта для удовлетворения растущих потребностей человечества. Имеются в виду три аспекта геологической деятельности человека: 1) добыча полезных ископаемых, перемещение их на большие расстояния от мест добычи и рассеяние в техно-

сфере; 2) изменение строения литосферы вследствие добычи полезных ископаемых и потребления подземных вод; 3) изменения строения земной поверхности и гидрогеологических условий вследствие роста карьеров, шахт, подземных сооружений, оврагов, водохранилищ.

Высокие темпы роста добычи полезных ископаемых не сопровождались соответствующим ростом полноты и комплексности извлечения полезных веществ из земных недр. Огромное количество добываемого сырья шло в отвалы и отходы. Потери ценного сырья при добыче, обогащении и переработке достигали огромных величин. Так, в США только за 1940—1970 гг. потери ценного сырья в отходах и отвалах составили более 20 млрд. т.

Сравнение мировых запасов полезных ископаемых с их добычей показывает, что проблема имеет два аспекта. Общие запасы элементов в земной коре настолько больше добычи, что говорить об их исчерпании в ближайшей перспективе не приходится, тем более, что многие химические элементы получают свойство бесконечности в техногенных циклах в результате многократного использования. Речь идет об исчерпании промышленных запасов геологического сырья при существующей сейчас технологии его добычи из тех концентрированных месторождений, которые природа создавала миллионы лет. Существование проблемы видно на примере урана: геологические запасы урана в земной коре составляют 2500 млрд. т, а ресурсы урана, доступные к извлечению из недр оцениваются всего в 5—8 млн. т (современная добыча около 200 тыс. т). К 2000-му г. США планируют увеличить потребление урана в 20 раз; соответственно вырастает и мировое потребление, т. е. оно может достичь 4 млн. т, а следовательно промышленные запасы урана в земных недрах будут полностью исчерпаны к этому времени. В океанской воде содержится 4,5 млрд. т урана, но стоимость его извлечения из морской воды оценивается в 110—200 долларов за килограмм, что сейчас считается неэкономичным. С прогрессом технологии эти оценки, естественно, изменяются.

Лучше положение складывается в отношении железа. Геологический запас железных руд в земной коре огромен и достигает 3—3,5 трлн. т. Мировые запасы железа в рудах, доступных к извлечению современной

технологией, оцениваются в 400 млрд. т, из них разведанные — 135 млрд. т. За всю историю человек выплавил железа около 20 млрд. т. Прогнозируется, что к 2000 г. мировая добыча железной руды может достигнуть 3—4 млрд. т в год. Так что с железом в глобальном масштабе дело обстоит хорошо, тем более что оно в перспективе будет все больше и больше уступать место другим природным и синтетическим материалам. Хуже дело обстоит с некоторыми цветными металлами (вольфрамом, молибденом, медью, сурьмой, свинцом, оловом и др.), промышленные запасы руд которых будут исчерпаны в ближайшие 20—40 лет. Однако и здесь новая технология извлечения металлов даст новые решения. Об исчерпании органического сырья мы говорили выше.

Таким образом, проблема состоит в постепенном исчерпании промышленных запасов ряда полезных ископаемых, извлекаемых из земных недр при современной технологии и экономике. В отношении минеральных ископаемых намечаются два пути решения проблемы: 1) увеличение комплексности и полноты извлечения ценных компонентов из минерального сырья и реутилизации отходов производства и потребления, что позволит увеличить ресурсы минимум вдвое; 2) разработка новых экономических технологий извлечения необходимых компонентов из бедных месторождений и из рассеянного состояния. И тот и другой путь в настоящее время интенсивно исследуются и разрабатываются.

Необходимо отметить и социально-политические аспекты этой проблемы. Многие капиталистические страны, пользуясь безвыходным положением развивающихся стран, беззастенчиво грабят их природные ресурсы, предпочитая экономить свои. Например, они потребляют 75% мирового производства меди, имея 35% ее мировых запасов; потребляют 65% мирового производства бокситов, имея 38% их мировых запасов. Еще более разительная картина наблюдается в США, где собственная добыча составляет от потребления (данные на 1968 г.; из потребления исключено вторичное использование после переработки утиля): алюминия — 10,8%, железа — 66,7, металлического титана — 0, нематаллического титана — 68, марганца — 4,4, хрома — 0, никеля — 10, цинка — 37,9, меди — 80, кобальта —

9,3, свинца — 40, олова — 0, вольфрама — 61,3, сурьмя — 9, ртути — 46,8, серебра — 36,7, платины — 1,1, золота — 22,7%. Все остальное вывозится по искусственно заниженной цене из развивающихся стран — одна из форм неокOLONиальной эксплуатации.

Надо заметить, что вопрос об исчерпании даже промышленных запасов минерального сырья не является бесспорным, поскольку разведанные геологические запасы составляют лишь малую толику того, что еще может быть открыто. До сих пор мировые разведанные запасы важнейших видов минерального сырья не просто увеличивались, но росли быстрее, чем их потребление (табл. 35). Это соотношение может соблю-

Таблица 35

Прирост общих разведанных запасов, добычи или производства полезных ископаемых в капиталистических и развивающихся странах мира, млн. т (Новиков, 1976)

Виды полезных ископаемых	Годы	Разведанные запасы (А)	Добыча или производство (Б)	Прирост, %	
				А	Б
Марганцевые руды	1957	450	6,5	717	87
	1972	3676	12,2		
Хромовые руды	1952	265	3,48	534	3
	1972	1680	3,60		
Медь	1957	162	3,00	119	82
	1972	356	5,45		
Свинец	1957	47,75	1,74	116	41
	1972	103,13	2,46		
Цинк	1957	80,9	2,34	113	82
	1972	172	4,26		
Олово	1955	5,08	0,17	63	12
	1972	8,3	0,19		

даться и в дальнейшем. Кроме того, не так уже бесспорен вопрос и о росте стоимости сырья по мере истощения богатых месторождений и вовлечения бедных месторождений с малым содержанием компонентов. С 1925 по 1971 г. среднее содержание металла в добываемых рудах меди снизилось с 2,1 до 0,6%, свинца — с 2,7 до 0,6, цинка — с 4,7 до 2, олова — с 1,2 до 0,015%. Однако это не привело к катастрофическому росту стоимости и снижению их добычи, а наоборот добыча их непрерывно росла. То же можно ожидать и в дальнейшем.

Таким образом, проблема минеральных ресурсов литосферы весьма многоплановая и не сводится к «полному исчерпанию ресурсов» или «глобальному кризису ресурсов». Научный анализ показывает в целом весьма оптимистическую картину в этом отношении.

Другой вопрос — нарушения литосферы в местах добычи, особенно в случаях добычи полезных ископаемых открытым способом в карьерах. За один только год в мире извлекается около 100 млрд. т полезных ископаемых, включая руды, топливо, стройматериалы, а общее перемещение горных пород достигает 2—3 трлн. т (Колесников, 1974). Создаются специфические горнопромышленные ландшафты, в экстремальных случаях подобные «лунным пейзажам».

Общая площадь горнопромышленных ландшафтов даже в промышленно развитых странах не превышает 1—2% всего земельного фонда, но в целом весьма большая. По данным Е. В. Милановой и А. М. Рябчикова (1979), в США к 1970 г. только открытыми горными разработками было разрушено до 2 млн. га земли; в Англии — 38,5 тыс. га, причем добывающая промышленность ежегодно приводит в негодность до 2 тыс. га земли, а в районах основных месторождений разрушенные территории составляют до 40% общей площади; около 30 тыс. га разрушенных земель имеется в ФРГ, особенно в Рейнском и Рурском бассейнах. Большие разрушения земли имеют место и в СССР. По видам сырья разрушенные земли распределяются следующим образом: цветные металлы — 520 тыс. га, уголь — 110, химическое сырье — 60, железные руды — 60 тыс. га (Федосеева, 1975). В районе КМА сейчас изъято для карьеров 20 тыс. га, а в ближайшие годы площадь карьеров превысит 30 тыс. га. Общая площадь земли под карьерами в СССР составляет 96 тыс. га, на 80 тыс. га из которых сейчас ведутся работы. На острове Науру в Тихом океане разработка фосфоритов привела к тому, что ставится вопрос о поиске нового места обитания для его восьмьютысячного населения.

В горнопромышленных ландшафтах резко меняется геологический круговорот веществ, на поверхность выходят глубинные породы, меняется характер поверхности, уничтожается почвенный и растительный покров,

резко меняются гидрогеологические условия. Изменения гидрогеологических условий вокруг карьеров происходят на площади в 25 раз большей, чем сам карьер.

Формирующиеся в результате геологической деятельности человека горнопромышленные ландшафты весьма разнообразны по своему характеру. Их детальная классификация и характеристика необходимы, прежде всего, для целей рекультивации нарушенных территорий, превращения их в продуктивные земельные угодья.

Рекультивация нарушенных горнопромышленных ландшафтов и превращение их в продуктивные земли в настоящее время занимает существенное место в охране окружающей среды. На нее тратятся значительные средства, особенно в социалистических странах, но в глобальном масштабе дело пока движется медленно, разрушенных земель становится все больше.

С использованием богатств литосферы связаны и другие неблагоприятные явления, в частности карстовые, просадочные и оползневые явления. В результате истощения запасов подземных вод, например, может произойти значительное оседание поверхности почвы. Такие явления были отмечены в Калифорнии и других районах США; Бангкок опускается ежегодно на 10 см и часть его территории через 6 лет может оказаться ниже уровня моря, если не будут приняты радикальные меры по изменению его водоснабжения. Со строительством водохранилищ связано разрушение их берегов; неумеренное использование пляжей и прибрежного аллювия ведет к существенному разрушению морских побережий.

В целом литосфера нуждается в охране и рациональном использовании, как и другие компоненты природной окружающей среды. Использование природных ресурсов литосферы должно строиться на строгой научной основе, с учетом возможных последствий геологической деятельности человека.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Есть ли опасность истощения ресурсов литосферы?
2. В чем главная проблема использования минеральных ресурсов литосферы?
3. Каковы социально-политические аспекты использования ресурсов литосферы?

4. Что такое рекультивация земель?
5. Используя литературные данные, попробуйте оценить экономический и социальный эффекты рекультивации земель.
6. Каково влияние строительства водохранилища на литосферу?
7. Оцените влияние КМА на литосферу.
8. Каково влияние геологической деятельности человека на почвенный покров? Оцените масштабы этого влияния.

Глава 14

ПРОБЛЕМА АТМОСФЕРЫ

Современную экологическую (инвайронментальную) проблему атмосферы определяют три аспекта: 1) качество воздуха с точки зрения дыхания; 2) состояние атмосферы с точки зрения климатических условий; 3) влияние изменений состояния и состава атмосферы на другие компоненты окружающей среды, производственную деятельность и здоровье человека. В этой связи возникает несколько фундаментальных вопросов, без ответа на которые ни анализ проблем атмосферы, ни решение этих проблем невозможны: во-первых, изменяется ли в современную эпоху природное состояние атмосферы, т. е. климат Земли или ее отдельных регионов; во-вторых, оказывает ли деятельность человека влияние на изменение климата Земли и если да, то в каких масштабах и в каком направлении; в-третьих, оказывает ли деятельность человека влияние на изменение состава атмосферы и если да, то в каких масштабах и в каком направлении. Поскольку физическое состояние атмосферы и процессы атмосферной циркуляции тесно связаны с ее составом, то практически вопрос стоит о степени влияния химического и теплового загрязнения атмосферы в результате человеческой деятельности на глобальные и локальные атмосферные процессы на фоне природных изменений.

Атмосфера Земли — это сложно построенная газобразная слоистая геосфера (рис. 39), масса которой составляет всего лишь около одной миллионной массы всей Земли. Если за единицу массы принять 10^{21} кг, то сравнительные массы соответственно составят: вся Земля — 6000, океан — 1,4 и атмосфера — 0,005 таких единиц. Тем не менее абсолютная масса земной атмо-

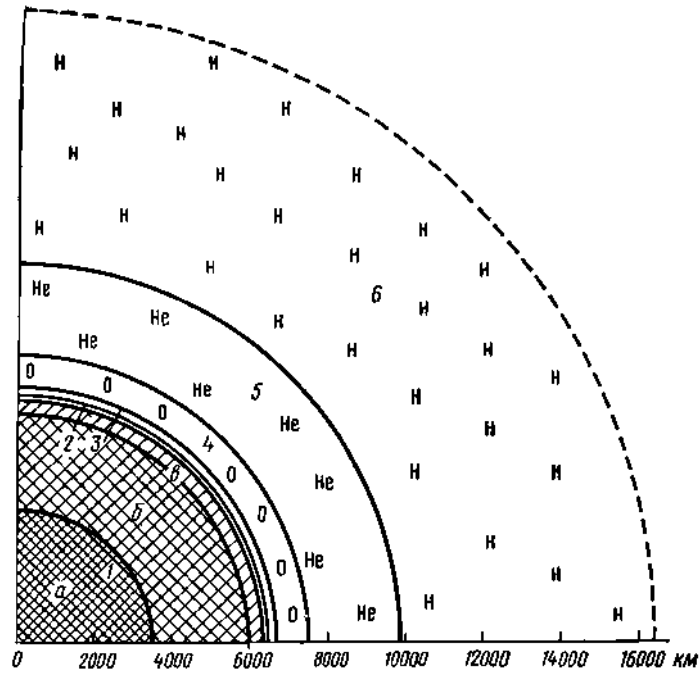


Рис. 39. Строение Земли и ее атмосферы:
 1 — земной шар со средним радиусом 6400 км: а — ядро, б —
 мантия, в — земная кора. Атмосфера: 2 — гомосфера 0—90 км.
 Гетеросфера: 3 — слой молекулярного азота 90—200 км, 4 — слой
 атомарного кислорода 200—1100 км, 5 — гелиевый слой 1100—
 3500 км, 6 — водородный слой 3500—10 000 км

сферы огромна — около $5 \cdot 10^{18}$ кг, или 5000 трлн. т. Эти величины необходимо иметь в виду, когда мы говорим о возможном влиянии человека на такую огромную массу.

Нас особенно интересует нижний слой атмосферы — гомосфера мощностью около 90 км от поверхности Земли, в составе которой главную роль играют два газа — азот и кислород (99,3%), а остальные газы являются более или менее незначительными примесями, которые вместе составляют лишь 0,97%. Средний состав нижней атмосферы — гомосферы характеризуется следующими величинами (%):

азот (N ₂)	78,084	} 99,030	} 0,970
кислород (O ₂)	20,946		
аргон (Ar)	0,934	} 0,967	
углекислый газ (CO ₂)	0,033		
неон (Ne)	0,00182	} 0,003	
гелий (He)	0,00053		
криптон (Kr)	0,00012	} 0,00009	
ксенон (Xe)	0,00009		
водород (H ₂)	0,00005	} 0,00005	
закись азота (N ₂ O)	0,00005		
метан (CH ₄)	0,00005		

Кроме того, в составе нижней части атмосферы, особенно в ее приземном слое мощностью несколько километров, всегда содержится незначительная примесь паров воды и твердых частиц пыли и кристаллов льда. Локально в нижних слоях гомосферы присутствуют и многие другие летучие соединения, как неорганические (SO₂, CO, NO, H₂S и др.), так и органические (фреоны, например), концентрация которых во много раз меньше, чем главных газовых компонентов.

Атмосфера обладает важными свойствами, с которыми тесно связано ее качество как физического тела природы и как компонента окружающей среды — экосферы: 1) различная проницаемость для разных участков спектра солнечной радиации и противоизлучения Земли; 2) большая скорость диффузии составляющих ее газовых компонентов; 3) постоянная циркуляция в глобальном, региональном и локальном масштабах, ведущая к атмосферному переносу веществ и другим атмосферным процессам; 4) исключительная динамичность состава и состояния.

Надо иметь в виду и то обстоятельство, что атмосфера, как и все природные тела и явления, отнюдь не постоянное образование, а изменяется во времени. В частности, ее современный газовый состав является следствием общепланетарной геологической истории: дегазации Земли в процессе первичной и вторичной дифференциации вещества, с одной стороны, и развития биосферы и гидросферы — с другой. Первоначальная атмосфера Земли, возникшая в процессе дегазации мантии, состояла из водяного пара, аммиака и водорода. Затем в ней накопились азот, кислород, углекислый газ, аргон. Современный газовый баланс атмосферы поддерживается двумя крупными глобальными системами — океаном и живыми организмами, особенно рас-

тительными, что в первую очередь относится к балансу кислорода и углекислого газа, играющих столь важную роль в биосферных и литосферных процессах в целом и в геологическом круговороте веществ Земли в особенности. Согласно А. М. Алпатьеву (1969), весь кислород атмосферы обменивается через биосферу за 5 тыс. лет, а углекислый газ — за 11 лет.

Меняется ли современный климат Земли?

История этого интереснейшего в теоретическом и практическом отношении вопроса началась в глубине веков с момента зарождения климатологии как науки. К сожалению, рамки данной книги не позволяют нам детально рассмотреть его во всех аспектах. Поэтому ограничимся лишь констатацией важнейших фактов и выводов, к которым пришла Всемирная метеорологическая организация (ВМО), специально исследовавшая этот вопрос на основе объединения усилий климатологов мира. Главные выводы ВМО следующие.

Хотя в длительной перспективе существенное природное изменение в сторону иного климатического режима необходимо ожидать, невероятно, что какой бы то ни было переход к этому изменению был бы замечен в короткий промежуток времени, поскольку он будет завуалирован крупными краткосрочными климатическими колебаниями.

Краткосрочные природные или, возможно, вызванные человеком климатические изменения должны привлекать наибольшее внимание, поскольку именно они оказывают сильное влияние на благополучие человека и экономическое развитие.

Необходимо усилить способность предсказывать краткосрочные природные изменения климата, чтобы дать возможность правительствам рассматривать соответствующие меры.

Необходимо более глубокое познание и усиление способности предсказывать влияние человеческой деятельности на глобальный климат ввиду возможных последствий.

Существующее, хотя и ограниченное, знание природных краткосрочных климатических изменений должно более эффективно использоваться в планировании экономического и социального развития.

Примерно к таким же выводам пришла и Всемирная конференция по климату в 1979 г., участники которой согласились лишь в одном: планета вступила в период менее благоприятного и менее устойчивого климата. Одни ученые предсказывают потепление климата, в частности в связи с предполагаемым ростом концентрации CO_2 в атмосфере; другие — похолодание, в частности в связи с окончанием очередного межледникового. Однако надежного прогноза пока нет.

Что же касается краткосрочных климатических изменений, то они весьма существенны и оказывают исключительно большое влияние на всю окружающую среду, например, длительные региональные засухи. Эти колебания климата могут быть ежегодными или циклическими многолетними (рис. 40, 41, 42). Они, как правило, носят локальный или региональный характер: потепление в одном регионе совпадает во времени с похолоданием в другом, длительные засухи в одних районах чередуются с районами изобильного или избыточ-

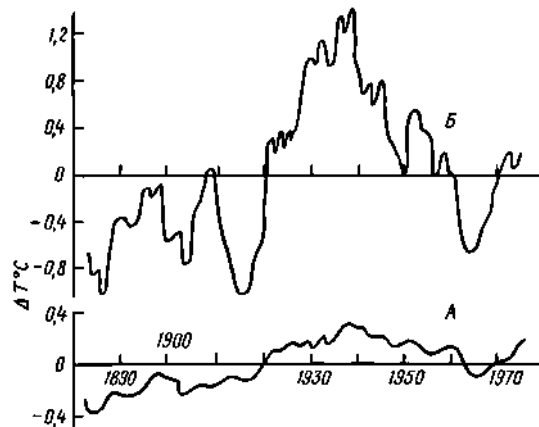


Рис. 40. Колебания среднегодовой температуры воздуха вокруг среднего значения в северном полушарии: А — во всем поясе между $17,5^\circ$ и $87,5^\circ$ с. ш.; Б — в северном полярном поясе между $72,5^\circ$ и $87,5^\circ$ с. ш. (Ф. К. Наре, 1977)

ного выпадения осадков. Вскюду отмечаются усилившиеся климатические контрасты и резкие колебания погодных условий от года к году. Отмечено учащение

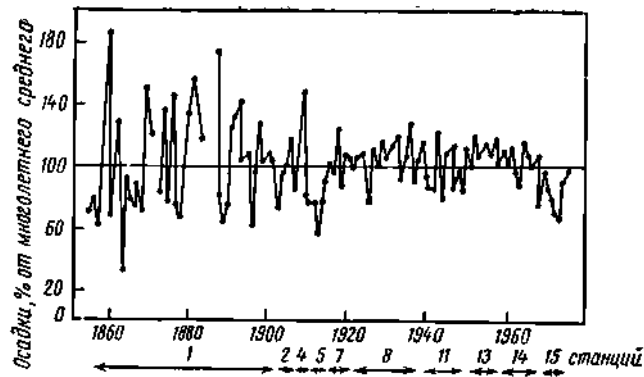


Рис. 41. Колебания годового количества осадков в Сахельской зоне Африки. Уменьшение колебаний после 1910 г. связано не с изменением климата, а с увеличением точности наблюдений благодаря росту числа метеостанций и большому усреднению на площадь зоны

засух, ненормально обильных ливней и снегопадов, резкие смены потеплений и похолоданий. И хотя средние климатические параметры как на планете в целом, так и в отдельных точках лишь колеблются в ту или иную сторону вокруг средних многолетних значений, не показывая каких-либо направленных изменений климата, вариабельность климата в пространстве и времени существенно возросли, в частности увеличилась частота и продолжительность засух¹.

Изменяется ли климат Земли под влиянием человека?

Официальная позиция ВМО в этом отношении следующая (1977): «Возможное изменение климата в результате человеческой деятельности заслуживает, по крайней мере, такого же серьезного беспокойства. Сжигание нефти и угля увеличивает количество двуокиси углерода в атмосфере, а это может привести к длительному потеплению и, как следствие, к крупномасштабным изменениям в распределении осадков. Эмиссия химических веществ (например, хлорофлюороме-

¹ Подробно эти вопросы рассмотрены в книгах В. А. Ковды «Аридизация суши и борьба с засухой», 1977 и «Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана», 1981.

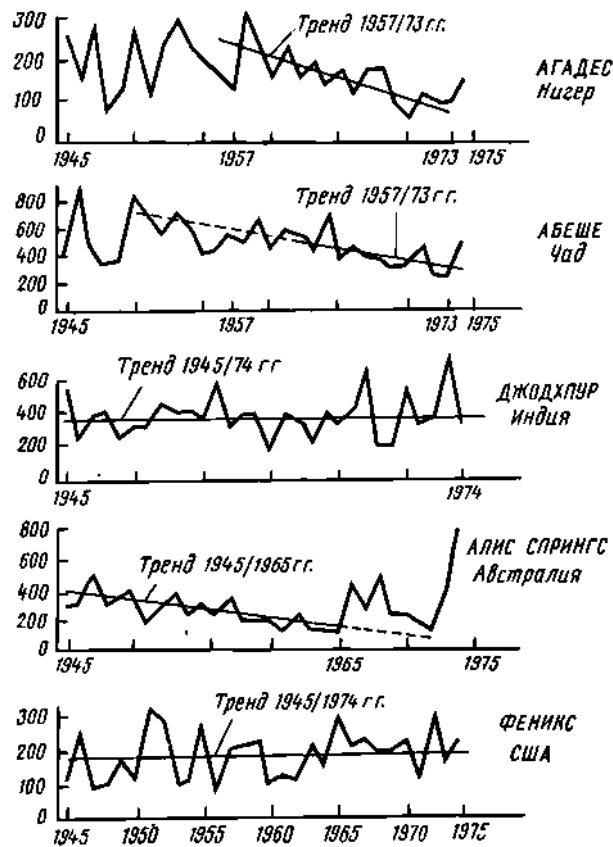


Рис. 42. Колебания и многолетние тренды среднегодового количества осадков по ряду избранных метеостанций (Ф. К. Неге, 1977)

танов) и увеличение содержания пыли в атмосфере в результате человеческой деятельности, если не контролируются, тоже могут изменить климат. Прямая тепловая эмиссия в городских и промышленных районах уже повлияла на климат в локальном масштабе и может иметь более широкое влияние, если будет увеличиваться. Однако при современном состоянии знания об атмосфере невозможно дать точную оценку этих возможных изменений».

Климатические изменения в локальном масштабе под влиянием человеческой деятельности известны с незапамятных времен. Вырубка лесов, орошение полей, строительство городов, осушение болот привели к микроклиматическим изменениям температуры, влажности воздуха, скорости ветра в приземной атмосфере. В более недавние времена были начаты более или менее удачные попытки управления погодой — искусственный дождь, предупреждение града. Особенно существенны изменения климата в городах. В климате крупного города по сравнению с окружающей сельской местностью наблюдаются следующие различия (Landscape, 1970):

общая радиация	на 15—20% меньше,
ультрафиолетовая радиация зимой	на 30% меньше,
ультрафиолетовая радиация летом	на 5% меньше,
долгота солнечного сияния	на 5—15% меньше,
среднегодовая температура	на 0,5—1,0°C выше,
зимняя минимальная температура	на 1—2°C выше,
относительная влажность	на 2—3% ниже,
облачность	на 5—10% больше,
туман зимой	на 100% больше,
туман летом	на 30% больше,
годовые осадки	на 5—10% больше,
снеговые осадки	на 5% меньше,
пыль в воздухе	в 10 раз больше,
газовые загрязнители	в 5—25 раз больше,
скорость ветра	на 20—30% ниже.

Однако речь идет не о локальных климатических изменениях. Важно знать о возможных глобальных изменениях климата, особенно в связи с тепловым и химическим загрязнением атмосферы. Особого внимания заслуживают два вопроса: роль растущей эмиссии CO_2 , растущего запыления и разрушения озонового экрана планеты.

Влияние эмиссии CO_2 на изменение климата было специально проанализировано экспертизой ООН, и результаты этого анализа опубликованы в отчете ЮНЕП о состоянии окружающей среды за 1980 г. Согласно этому анализу, до 1850 г. концентрация CO_2 в нижней атмосфере составляла 265—290 ppm (0,0265—0,0290%); к 1958 г. она составила 313 ppm и к 1978 г. достигла 330 ppm. Годовой прирост концентрации CO_2 составляет примерно 1 ppm.

Если рассматривать глобальный цикл углерода (см. рис. 8), то можно видеть, что это очень сложный процесс, в котором деятельность человека изменила темпы

Таблица 36
Влияние деятельности человека на изменение климата (Kellogg, 1979)

Деятельность	Климатический эффект	Масштаб и значение эффекта
Эмиссия CO ₂ при сжигании ископаемого топлива	рост атмосферной адсорбции и наземной эмиссии инфракрасного излучения (тепличный эффект), ведущий к потеплению нижней атмосферы и охлаждению стратосферы	глобальный; потенциально наибольшее влияние на климат
Эмиссия хлорофторометанов, окислов азота, CCl ₄ , C ₂ F ₆ и т. п.	топ же эффект, что и от CO ₂	глобальный; потенциально существенный
Эмиссия частиц индустриальной и при пожарах и выжигании лесов	уменьшение альbedo суши, ведущее к потеплению; уменьшение стабильности нижней атмосферы	региональный; аэрозоли быстро вымываются из атмосферы
Эмиссия тепла (тепловое загрязнение)	нагревание нижней атмосферы	локальный; может со временем стать региональным и изменить крупномасштабную циркуляцию
Эмиссия аэрозолей, действующих как ядра конденсации	образование облачности; может влиять на осадки в обоих направлениях	локальное или максимум региональное на осадки
Восходящее перемещение фторометанов и окислов азота в стратосферу	фотохимические реакции ведут к уменьшению озона	глобальный; вероятно незначительное изменение климата, увеличение ультрафиолетовой радиации на поверхности
Изменение землепользования: урбанизация, уничтожение лесов, опустынивание, распашка	изменяет альbedo поверхности и испарение	региональный; глобальное значение дискуSSIONно
Эмиссия радиоактивного криптона-82 из ядерных реакторов и энергетических установок	увеличение проводимости нижней атмосферы с изменением электрических полей и осадков из конвективных облаков	глобальный; возможное влияние весьма дискуSSIONно

его двух фаз: возвращение углерода в атмосферу из ископаемого топлива и современных лесов.

С середины XIX в. человек сжигает ископаемое топливо во всевозрастающих размерах. За последние 125 лет в атмосферу было выделено этим путем около $140 \cdot 10^{15}$ г углерода. С 40-х годов нашего столетия количество выделяемого таким образом углерода увеличивалось ежегодно на 4%, достигнув к 1974 г. уровня $4,5 \cdot 10^{15}$ г в год (рис. 43). Прямые измерения концен-

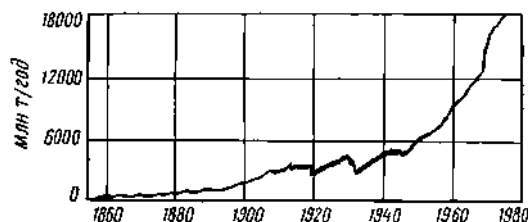


Рис. 43. Производство CO_2 в мире при сжигании ископаемого топлива и производстве цемента (Keeling, 1973; Rotty, 1976)

трации CO_2 в атмосфере показывают повышение содержания углерода в атмосфере примерно на $2,2 \cdot 10^{15}$ г в год, что соответствует примерно половине того, что получается при сжигании ископаемого топлива. Предполагается, что 35—40% выделяемого при сжигании топлива CO_2 поглощается из атмосферы океаном, а остальные 10—15% — наземной биотой.

Совокупное количество CO_2 , переходящего в атмосферу за счет неископаемых видов топлива (сжигание лесов) и при минерализации органических остатков и почвенного гумуса, составляет, вероятно, $4,8 \cdot 10^{15}$ г углерода в год, что примерно соответствует поступлению CO_2 из ископаемого топлива в 1976 г. Если предположить, что 50% этого количества возвращается в наземную биоту, то чистый объем выделения в атмосферу составит около $2,5 \cdot 10^{15}$ г углерода в год. Куда они деваются, пока не ясно.

Таким образом, сведения об источниках, вероятных тенденциях, а также процессах и темпах удаления содержащегося в атмосфере CO_2 весьма неопределенны. Тем не менее рост концентрации CO_2 в атмосфере

представляется вероятным в количествах, соответствующих примерно половине сжигаемого ископаемого топлива. Если потребление ископаемого топлива будет увеличиваться на 4% в год, как сейчас, то концентрация CO_2 в атмосфере к началу XXI в. вырастет примерно до 380 ppm, а увеличение потребления топлива на 2% в год (некоторые авторы прогнозируют снижение потребления нефти и угля к концу века за счет экономии топлива и использования других энергоресурсов) приведет к концентрации около 365 ppm. Однако есть прогнозы увеличения концентрации CO_2 и до 580 ppm в ближайшие 100 лет (Bolin, 1979; Williams, 1978; Zimpe, 1979; U. S. National Academy of Sciences, 1977; Baes et al., 1976).

Главная причина озабоченности в связи с повышением концентрации CO_2 в атмосфере обусловлена возможным повышением температуры нижних слоев атмосферы в результате «тепличного эффекта», т. е. отражения молекулами CO_2 воздуха части длинноволнового излучения земной поверхности в направлении поверхности Земли. Однако пока нет ясности, приведет ли к каким-либо климатическим изменениям это возможное повышение температуры атмосферы и приведет ли вообще, поскольку ему будут противостоять многие другие атмосферные механизмы (увеличение облачности, увеличение запыления, уменьшение концентрации озона и т. д.). В докладах Всемирной конференции по климату (1979) предполагается, что удвоение концентрации CO_2 в атмосфере может повысить среднюю температуру во всем мире на 1,5—3°, но в одних районах результатом может быть повышение температуры, а в других — понижение. Это может вызвать изменение общей циркуляции атмосферы и воды в океанах, что отразится на динамике осадков и температуры на большей части Земли. Однако ни характер, ни место и время, ни масштабы таких изменений пока не поддаются прогнозированию.

Таким образом, хотя все шире признается, что повышение концентрации CO_2 в атмосфере может привести к глобальному потеплению в течение следующего столетия, среди ученых имеет место еще очень большая степень неуверенности в отношении этой проблемы.

Влияние загрязнения атмосферы на озоновый экран

планеты изучается в последнее время также интенсивно. В подготовленном в январе 1976 г. ВМО совместно с ЮНЕП и ИКСЮ исследовании по этому вопросу сделано заключение, что сверхзвуковые гражданские самолеты имеющихся и планируемых типов и количество едва ли вызовут существенное уменьшение озона в атмосфере. Продолжающаяся эмиссия в атмосферу хлорофлюорометанов (аэрозоли и фреоны) может иметь заметный эффект. Было также отмечено, что существующая технология производства азотных удобрений и применение этих удобрений в земледелии с низким современным коэффициентом использования могут привести к существенному увеличению окислов азота в атмосфере, что может отрицательно сказаться на озоновом слое. Разрушение озонового экрана может вызвать увеличение ультрафиолетовой радиации на поверхности Земли, что будет сопровождаться заболеваниями раком кожи и другими биологическими эффектами, а также климатическими изменениями. Модельные исследования показывают, что уменьшение концентрации озона на 1% влечет рост ультрафиолетовой радиации на 2% и рост заболеваний раком кожи на 4%.

Химия озонового слоя очень сложная, причем многие реакции имеют фотохимический характер, в частности под влиянием ультрафиолетовой радиации. Среди веществ и радикалов, участвующих в реакциях с озоном, идентифицированы CCl_4 , N_2O , NO , H_2 , CH_4 , OH , HCl , NO , HNO_3 , SO_2 , NO_2 , N_2O_5 , CFCl_3 , CFCl_2 , CF_2Cl_2 , CO , NH_3 , ClO , HO , Cl , OH_x , ClO_x , CH_3Cl , многие углеводороды. Изучаются химические и фотохимические реакции $\text{N}_2\text{O} + \text{O}(^1\text{D})$, $\text{HONO} + \text{O}_3$, $\text{O}(^3\text{P}) + \text{N}_2\text{O}_5$, $\text{HO}_2 + \text{OH}$, $\text{HO}_2 + \text{NO}$, $\text{NO}_2 + \text{O}_3$, $\text{HO}_2 + \text{H}$, $\text{CH}_3 + \text{O}_2$, $\text{CH}_3 + \text{O}_3$, $\text{ClO} + \text{OH}$, $\text{OH} + \text{O}_3$, $\text{ClO} + \text{NO}$, $\text{ClO} + \text{NO}_2$, $\text{HO}_2 + \text{O}$, $\text{OH} + \text{O}$, $\text{ClO} + \text{O}$ и многие другие. Не все еще ясно в этой сложной системе, однако главное внимание признано необходимым уделить соединениям азота, хлора и водорода, влияние которых на озон наиболее вероятно. Новые исследования приносят и новые проблемы: если в 1975—1977 гг. главное внимание обращалось на NO_x , а позднее на хлорофлюорометаны, то в 1978 г. появилась еще и проблема метилхлороформа. Прогнозные исследования 1978 г. рисуют более оптимистическую картину, чем это было в 1975—1976 гг. Было показано, что тот ничтожный ущерб, который мо-

жет быть нанесен озоновому слою окислами азота, выделяемыми при использовании азотных удобрений в земледелии, ни в какое сравнение не идет с пользой, которую приносят эти удобрения в производстве продовольствия. Норвежские исследователи установили, что удвоение эмиссии N_2O уменьшит концентрацию озона на 1% при том уровне концентрации хлора, который имелся до начала широкой эмиссии хлорофлюорометанов; при современных уровнях эмиссии хлорофлюорометанов удвоение концентрации N_2O приведет к уменьшению озона на 2,5%. В то же время, удвоение содержания CO_2 в атмосфере (которое может произойти в ближайшие 50—100 лет) будет сопровождаться увеличением содержания озона на 2,6% вследствие понижения температуры на больших высотах (при повышении ее у поверхности Земли). Постоянная эмиссия хлорофлюорометанов на уровне 1974 г. дает понижение содержания озона на 1,8% сейчас и на 10,7% в 2020 г., что будет частично компенсировано эмиссией NO_x и CO .

Согласно заключениям ВМО (Торонто, июнь 1978), влияние хлорофлюорометанов на уменьшение стратосферного озона, вероятно, серьезнее, чем оценивалось ранее. На основании уровня эмиссии 1974 г. модели предсказывают уменьшение озона на 12—28%. С другой стороны, достигнуто согласие, что эмиссии сверхзвуковыми самолетами ниже 24—26 км будут оказывать лишь очень малое влияние, а закись азота N_2O , поступающая *inter alia* с сельскохозяйственных полей, не будет оказывать этого негативного влияния, которого боялись ранее (удвоение атмосферной N_2O может снизить концентрацию озона менее чем на 2%). Кроме того, даже если содержание CO_2 в атмосфере удвоится, то увеличение концентрации озона не превысит 3% в результате акселерации озонгенирующих реакций при охлаждении верхней атмосферы за счет «тепличного эффекта» в нижней.

Рабочая группа ВМО по атмосферному озону (Женева, октябрь 1978) внесла в это заключение два дополнения: 1) длительная эмиссия хлорофлюорометанов на уровне 1977 г. приведет к уменьшению озона на 15% с неопределенностью от 4 до 30%; 2) окончательно установлено, что влияние полетов сверхзвуковых самолетов на озоновый ярус ничтожно.

Указанные заключения экспертов ВМО были подтверждены Координационным комитетом ЮНЕП по озоновому слою (Бонн, ноябрь 1978 г.).

Очевидно, как исследования атмосферного озона, так и возможные меры, направленные на снижение угрозы его разрушения, требуют тесного международного сотрудничества. Что касается первого, то оно эффективно организовано через ВМО, ВОЗ, ЮНЕП и другие международные органы. Во втором аспекте проблемы дело обстоит сложнее. Так, на международной конференции по хлорофлюорометанам (Мюнхен, декабрь 1978) США, Канада, Швеция, Нидерланды, ФРГ, Норвегия заявили о введении ограничений на производство и использование аэрозолей либо вообще, либо для несущественных целей (деодоранты, косметические средства, лаки для волос), а ряд стран (Англия, Франция, Италия) заявили, что пока научные доказательства не представляются убедительными.

Растет ли антропогенное загрязнение атмосферы?

Источники загрязнения атмосферы могут быть разделены на три группы.

1. Естественные — вулканическая пыль, морские соли при разрушении волн ветром, пыльца и аэрозоли растений.

2. Усиленные действием человека — дым лесных и степных пожаров, пыльные бури, бактерии и вирусы.

3. Антропогенные — сжигание топлива, химические процессы, ядерные реакции, плавка и рафинирование руд металлов, рудники и карьеры, земледелие.

Среди антропогенных источников загрязнения атмосферы на первом месте стоит транспорт, прежде всего автомобильный. Каждый автомобиль при среднем годовом пробеге в 15 тыс. км выбрасывает в атмосферу 3250 кг углекислого газа, около 39 кг углеводородов, 27 кг окислов азота и много других соединений. Если помножить все это на те сотни миллионов автомобилей, которые есть в мире и число которых растет с каждым днем, станет ясна проблема автотранспорта и проблема создания «чистого» автомобиля.

Поскольку главным загрязнителем земной атмосферы являются США (50% всей пыли, 30% окиси углерода, 25% углеводородов и т. д.), статистика для этой

страны может служить показателем общего состояния проблемы загрязнения атмосферы. Согласно данным годового отчета о состоянии окружающей среды в США за 1971 г., загрязнители атмосферы по происхождению и составу распределялись следующим образом:

По составу, весовой %	По источникам, %
CO ₂	Транспорт 42
SO ₂	Теплостанции 21
Углеводороды	Промышленность 14
Твердые частицы	Лесные пожары 8
Окислы азота	Твердые отходы 5
	Иные 10
Всего 100%	Всего 100%

75% всех загрязнений атмосферы связано с сжиганием ископаемого и современного органического топлива. При полном его сгорании образуются только CO₂, вода и зола. Однако сгорание редко бывает полным. Поэтому в атмосферу поступает много твердых частиц, соединений серы, азота, фтора, хлора, углерода, многих металлов. Продуктом неполного сгорания является и ядовитый угарный газ CO (1/3 всех вредных выбросов).

Существенным загрязнителем атмосферы являются соединения серы — SO₂, SO₃, сероводород, сероуглерод, меркаптаны. Особенно много выбросов серы связано с промышленными и энергетическими предприятиями: теплоэлектростанции дают 58% всех газовых выбросов серы, цветная металлургия — 22, черная металлургия — 16, химическая промышленность — 4%. Окислы серы в атмосфере быстро соединяются с парами воды, давая серную кислоту, которая с атмосферными осадками выпадает на поверхность Земли. Возникла региональная проблема «кислых дождей», затрагивающая Северную Америку (особенно страдает Канада от кислотных осадков, приходящих с территории США), Северную Европу (особенно страдает Скандинавия от осадков, приходящих из Англии и Рура). К серной кислоте добавляются соляная и азотная от выбрасываемых в атмосферу хлора и окислов азота.

Проблема «кислых дождей» многоплановая: влияние на поверхностные воды и почвенный покров, на наземные и водные организмы, усиление коррозии металлических конструкций и коммуникаций, разрушение зданий. В северных районах Швеции кислотность осадков только с 1969 по 1981 г. выросла в 10 раз (рис. 44).

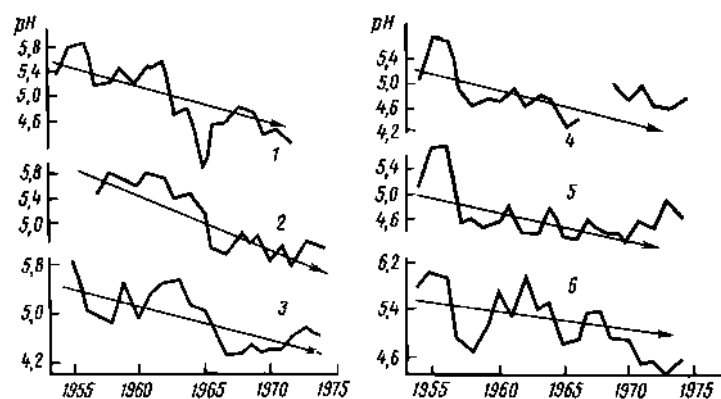


Рис. 44. Рост кислотности атмосферных осадков в Норвегии и Швеции:
 1 — Рёбуксдален (Умез), 2 — Кисе (Хамар), 3 — Эс (Осло), 4 — Флахулт (Ионкёпинг), 5 — Пленнинге (Хальмстад), 6 — Смедби (Хальмар) (Oden, 1976)

Ядовитые осадки поражают почву, воды рек и озер, леса, вызывают коррозию водопроводов, плотин электростанций, электрических кабелей. В почвах увеличивается подвижность алюминия, меди, кадмия, свинца, что влечет угнетение природной и культурной растительности. В Швеции все больше говорят о новой грозной «алюминиевой болезни» окружающей среды. Появление избытка алюминия в почвах нарушает круговорот кальция (в Лапландии птицы откладывают яйца практически без скорлупы, из которых не выводятся птенцы, что связано с миграцией алюминия в цепи почва—грунтовая вода—озеро—стрекоза—птица—яйца без кальция и магния). Сейчас в Швеции известкуют не только почву, но и озера, но известкование приходится повторять каждые 2—3 года. Плохо действуют и минеральные удобрения на подкисленных почвах; увеличивается денитрификация; pH атмосферных осадков иногда достигает 1,8—2,0, а это уже практически кислота, а не вода.

Проблема «кислых осадков», как и другие проблемы глобального атмосферного переноса (например, выпадение радиоактивных осадков в районе г. Калгари в Канаде из облака, образовавшегося после произведенного в 1979 г. в Китае ядерного взрыва), порождает

ряд политических международных проблем окружающей среды. Загрязнение атмосферы особенно опасно именно потому, что оно не признает государственных границ. Атмосферная циркуляция способствует перемешиванию и глобальному распространению всех загрязнителей.

В последнее время появилась еще и проблема, связанная с крупномасштабной программой американских космических кораблей «Шаттл». Ракеты-носители на твердом топливе, выводящие космический корабль «Шаттл» на орбиту, выбрасывают в верхние слои атмосферы около 300 т окиси алюминия. Этот порошок вдвое увеличивает количество кристаллов льда в перистых облаках, что усиливает отражение солнечной радиации и может привести к снижению температуры воздуха. Если программа будет осуществлена как планируется (до 52 запусков ежегодно), это приведет к годовому поступлению в атмосферу до 15 тыс. т окиси алюминия, что уже опасно в глобальном масштабе.

Быстро растет загрязнение атмосферного воздуха. С начала века оно выросло в 20 раз. Это результат, прежде всего, ветровой эрозии почв. Почти 20% всего производимого в мире цемента выбрасывается в воздух через заводские трубы.

Наряду с указанными выше глобальными проблемами атмосферы, быстро растут локальные проблемы, особенно в крупных городах и вокруг промышленных и топливно-энергетических предприятий, где воздух все чаще становится опасным для здоровья человека. Классический пример полицейских регулировщиков движения на улицах Токио, которые вынуждены носить противогазы и баллоны с кислородом, примеры смогов Лос-Анджелеса, Токио, Лондона и многих других городов мира показывают масштабы проблемы.

Говоря о загрязнении атмосферы, необходимо четко представлять себе масштабы явления. Общее количество загрязнителей, поступающих в атмосферу в результате человеческой деятельности и от естественных источников, очень мало по сравнению со всей массой атмосферы: $2 \cdot 10^9$ т пыли, $6 \cdot 10^9$ т вредных газов, $14 \cdot 10^9$ т углекислого газа при общей массе атмосферы около $5 \cdot 10^{15}$ т, т. е. одна часть загрязнителя примерно на 250 000 частей чистого воздуха. Кроме того, атмосфера обладает способностью самоочищения вследствие газо-

обмена с наземной биотой, почвенным покровом и мировым океаном; часть веществ постоянно удаляется с атмосферными осадками. Главное — не сломать эти природные механизмы саморегуляции, не превзойти природные пороговые концентрации. Пока большие проблемы связаны не с глобальными процессами загрязнения атмосферы в целом (о некоторых опасных тенденциях мы говорили выше), а с локальными загрязнениями приземного воздуха, прежде всего в городах.

В Советском Союзе проблеме атмосферы уделяется серьезное внимание. Уже в 1949 г. впервые в мире были разработаны и введены нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе.

В 1980 г. принят «Закон об охране атмосферного воздуха», в плановом порядке ведется огромная работа по контролю состояния атмосферы и охране воздушной среды. Но проблем впереди очень много, причем их кардинальное решение связано с грядущей энергетической и технологической революцией.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Из чего состоит атмосфера Земли?
2. Как изменился состав атмосферы в процессе геологической истории планеты?
3. Чем определяется и поддерживается современный состав атмосферы?
4. Чем определяется современная климатическая ситуация Земли?
5. Рассмотрите географию климатов Земли.
6. Как менялись климаты Земли в ее геологической истории? С палеозоя до кайнозоя? В антропогене? Какова современная геологическая тенденция в климатическом отношении?
7. Как влияет человеческая деятельность на климат в глобальном, региональном, локальном масштабах?
8. Каковы возможные климатические последствия влияния человеческой деятельности на атмосферу?
9. Рассмотрите возможные климатические изменения под влиянием роста концентрации в атмосфере пыли, CO_2 , окислов алюминия, окислов азота, хлорофлюорометанов, под влиянием полетов сверхзвуковых самолетов.
10. Какова тенденция загрязнения атмосферы, будет ли она расти или уменьшится в ближайшей и отдаленной перспективе?

Глава 15

ПРОБЛЕМА МОРЕЙ И ОКЕАНА

Мировой океан, покрывающий две трети земной поверхности, — это огромный водный резервуар, масса воды в котором составляет $1,4 \cdot 10^{21}$ кг, или 1,4 млрд. км³. Вода океана — это 97% всей воды на планете.

Вода океана — это очень сложная и тонко сбалансированная химическая система с общей соленостью 34,5 г/л. В составе растворенных в океанской воде солей преобладают лишь несколько компонентов: NaCl — 23 г/л, MgCl₂ — 5 г/л, Na₂SO₄ — 4 г/л, CaCl₂ — 1 г/л, KCl — 0,7 г/л; все остальные компоненты в сумме составляют 0,8 г/л. Эти, казалось бы, небольшие величины, будучи помноженными на огромный объем воды океана, дают многие миллиарды тонн растворенных веществ (в сумме около $49 \cdot 10^{15}$ т). В океанической воде присутствуют в тех или иных количествах практически все химические элементы, многие из них в количествах, достаточных для экономической промышленной добычи.

Геохимический баланс океана поддерживается постоянным притоком веществ суши и соответствующим осаждением избытка солей на океаническое дно. Равномерность состава океанической воды поддерживается мощным водообменом между отдельными акваториями мирового океана через океанические течения. Газо- и солеобменом океан связан с земной атмосферой и поверхностными водами суши. Кроме того, мировой океан — это гигантская энергетическая установка планеты, работающая за счет постоянного притока солнечной радиации. Испарением воды океана и атмосферным влагопереносом обеспечивается водный баланс суши. Термическим режимом океана в значительной степени определяются климаты Земли.

Может ли человек нарушить своей деятельностью эту природную геохимическую и гидротермическую систему? Едва ли, по крайней мере в обозримом будущем. Имея в виду огромную массу океана и огромную емкость его саморегулирующих систем, можно смело сказать, что, хотя на суше человек и стал геологическим фактором, пока его геологическая деятельность по своим масштабам не идет ни в какое сравнение с объемами природных процессов, происходящих в океане.

Оценка геологического круговорота Земли показывает, что ежегодно в океан с суши поступает около 4,4 млрд. т растворенных веществ (см. гл. 3), т. е. в миллиард раз меньше того, что содержится в океане. Практически это ни в какой степени не отражается на составе океанской воды, и человек не в силах, даже удвоив, удесятерив свою деятельность, изменить это соотношение.

Таким образом, химическое загрязнение океана в результате человеческой деятельности, о котором так много писалось в свое время, — это миф, не имеющий под собой никакой реальной основы. Человек не в силах химически загрязнить океан, имея в виду именно его общее химическое загрязнение, хотя его отдельные акватории, особенно прибрежные и лагунные, могут быть очень сильно загрязнены, в том числе и химически.

Но есть другие виды загрязнения, более опасные и более подвластные человеку. Первым из них является нефтяное.

По данным на 1970 г. Массачусетского технологического института (SCEP, 1970), нефтяное загрязнение океана характеризуется следующими показателями:

	тыс.т/год %	
танкеры		
контролируемые	30	1,4
неконтролируемые	500	24,0
другие суда	500	24,0
нефтедобыча на шельфе	100	4,8
случайные утечки		
с судов	100	4,8
из других источников	100	4,8
нефтеперерабатывающие заводы	300	14,4
речной сток	450	21,6
Всего	2080	100,0

Нефтяное загрязнение океана опасно в двух отношениях. Во-первых, это образование тонкой нефтяной гидрофобной пленки на поверхности воды, препятствующей свободному газообмену с атмосферой, что резко сказывается на океанской флоре и фауне. В открытом океане такая пленка быстро разрушается, а в закрытых акваториях и близ побережий может существовать годами. Во-вторых, нефтяные капли могут течениями выноситься в Ледовитый океан и прилипать к нижней поверхности плавающих ледяных покровов Арктики; поскольку лед намерзает снизу и тает сверху, постепенно нефть выходит на поверхность, что может с течением

времени резко изменить альbedo в течение весенне-летнего периода и в конечном итоге привести к интенсивному таянию льдов, а это — уже существенное изменение, которое может иметь климатические и иные последствия (UNEP, 1974).

Особенную опасность для окружающей среды представляют нефтяные загрязнения в результате аварий близ побережий. Среднегодовое загрязнение океана нефтью составляет около 2 млн. т, а в 1978 г. танкер «Амоко Кадис» вылил в море близ берегов Бретани (Франция) в результате аварии около 220 тыс. т с образованием нефтяной пленки площадью 2 тыс. км² вдоль 80 км побережья. Огромные утечки нефти имели место в 1979 г. в Мексиканском заливе в результате аварии подводной скважины, когда нефть изливалась на поверхность в течение нескольких месяцев со скоростью 20 тыс. барелей в день. В том же 1979 г. два супертанкера столкнулись в Карибском море близ острова Табаго, вылив в море 320 тыс. барелей нефти.

Такие загрязнения наносят огромный ущерб побережьям: рыболовству, туризму, всей окружающей среде со всеми вытекающими отсюда социальными и экономическими последствиями. Переход к производству супертанкеров усилил эту опасность во много раз.

Существенное загрязнение имеет место в портовых акваториях. Близ крупных портов прибрежные воды загрязнены на многие километры, делая прилегающие территории непригодными для рационального использования и нанося большой ущерб рыболовству и туризму.

Загрязнение и разрушение побережий — это также очень большая проблема, особенно в крупных курортных и туристских зонах мира, как на открытых океанских, так и особенно на внутренних морских побережьях. Источником загрязнений служит промышленность самих побережий, речной и поверхностный сток, коммунальные стоки при отсутствии адекватных санитарно-гигиенических условий.

Второй вид загрязнений, который опасен для океана, — это радиоактивное загрязнение при захоронении в недостаточно прочных контейнерах радиоактивных отходов, которые сбрасываются на дно в большом количестве. Пока трудно сказать что-либо определенное о масштабах этой проблемы, но со временем она может

принять глобальные масштабы, о чем необходимо заботиться уже сейчас.

Особую проблему составляет рациональное использование биологической продуктивности океана. Во многих странах рыбная и другая продукция океана обеспечивает значительную часть пищевого рациона. Рыболовство — очень древняя отрасль человеческой деятельности, в настоящее время достигшая уровня промышленного производства, наиболее развившегося во второй половине нашего столетия. Если в 1900 г. было добыто около 4 млн. т морской продукции, то в 70-х гг. годовой улов составлял уже 65—70 млн. т. В пищевом рационе человечества это составляет менее одного процента, хотя доля рыбных белков достигает 20% в общем белковом питании. Возможный годовой улов рыбы оценивается сейчас в 80—90 млн. т. Превышение этого улова может нанести ущерб биологическим ресурсам океана. Уже с 1969 г. мировой улов не только не возрастает, но и пошел на снижение. Существенно уменьшились в океане запасы сельди, трески, морского окуня, камбалы. Дело в очень медленном и с энергетической точки зрения крайне неэффективном воспроизводстве рыбных ресурсов. Если на 1 кг говяжьего мяса расходуется 20—25 кг фитомассы, то на 1 кг мяса тунца идет (через длинную пищевую цепь) во много раз больше. Отсюда возникает вопрос об искусственном поддержании и повышении вторичной биологической продуктивности океана, об искусственном океанском рыболовстве. Уже аквакультура привлекает серьезное внимание, но пока речь идет об «укосах» водорослей и о плантациях устриц, мидий и других моллюсков. Промышленное рыбоводство в океане — дело будущего. Все большее внимание привлекает пищевое использование мелких пелагических организмов, особенно антарктического криля, годовой улов которого может составить около 70 млн. т.

Рациональное использование биологических ресурсов океана для производства продуктов питания вызывает много политических проблем. Мировой океан — это общечеловеческое достояние, каковым и должен оставаться всегда. Однако прибрежные моря становятся областью раздора между странами. К сожалению, вследствие агрессивной позиции империалистических держав общей мировой договоренности о рациональном

использовании ресурсов океана до сих пор достичь не удалось, хотя ряд частных соглашений и был достигнут. А пока борьба между странами за морские угодья, особенно в зоне континентального шельфа, продолжается («сельдяные войны» между Исландией, Данией, Норвегией, Великобританией; споры между США и Канадой, между странами Средиземноморья и т. д.). Охрана богатств океана и их рациональное использование требует обязательного международного сотрудничества, если мир хочет избежать грозящих ему опасностей.

Это же в полной мере относится и к разработке минеральных ресурсов океана, к которой человечество уже подступает в плотную. Океан богат ими: это и нефть континентального шельфа, и глубоководные железомарганцевые конкреции, и йод, бром, уран и другие элементы морской воды, и многие другие полезные вещества океана. Добыча их в больших масштабах может существенно изменить природные балансы, что требует внимательного изучения и тесного международного сотрудничества.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Сможет ли человек в ближайшей или отдаленной перспективе изменить химический состав океанской воды? Путем изменения стока с суши в океан? Путем добычи веществ из океанской воды? Попробуйте ответить на этот вопрос на примере хлора, серы, кальция, урана, йода.
2. Менялся ли состав мирового океана в геологической истории планеты?
3. Какую роль играет океан в глобальном цикле воды? углерода? кремния? кальция?
4. «Огромны» ли биологические ресурсы океана?
5. Какую роль играет океанская биологическая продукция в мировом производстве продовольствия и как она может измениться в будущем?

Глава 16

ПРОБЛЕМА ЛЕСОВ И ОПУСТЫНИВАНИЯ

Леса в экосфере имеют огромное значение в двух отношениях: во-первых, как существенный компонент географической среды в целом, включая участие в биогеохимическом общепланетарном круговороте веществ, и, во-вторых, как ценный и многосторонний природный

ресурс, обеспечивающий многочисленные человеческие потребности.

Биогеохимическая роль лесов определяется их способностью производить первичную биологическую продукцию и поддерживать запас фитомассы на суше планеты. В геологической истории Земли леса сыграли существенную роль в аккумуляции в земной коре запасов органического углерода, прежде всего каменного угля и нефти. С биологической продуктивностью лесов связана их планетарная газовая функция — потребление из атмосферы углекислого газа с переводом его в органическое вещество в процессе фотосинтеза и соответствующее выделение в атмосферу кислорода.

Годовая биологическая продуктивность лесов варьирует в широких пределах в зависимости от их состава и состояния, которые связаны с комплексом природных условий. Наименьшую продуктивность имеют ксерофитные леса и кустарники — около 6—8 т/га·год; максимальная продуктивность свойственна тропическим дождевым лесам — более 50 т/га·год. Соответственно варьирует и общий запас фитомассы леса: от 25—50 т/га в ксерофитных лесах до 500—700 т/га в тропических гилеях.

Принимая современную площадь лесов порядка 40,5 млн·км², или около 27% суши земного шара, можно оценить их глобальную роль в биосферных процессах планеты. Несколько большие площади оцениваются как «лесные» (42,3 млн·км² или 32,2% суши; табл. 37), хотя не все эти площади покрыты лесом в результате хозяйственной деятельности человека.

Наибольшей лесистостью отличается тропический пояс, особенно в Южной Америке и Юго-Восточной Азии; наименьшая лесистость характерна для западной и юго-западной Азии, Китая, северной Африки, Австралии. Лесная площадь СССР превышает 40% его территории.

По подсчетам А. М. Рябчикова (1972), запас лесной фитомассы составляет около 1639 млрд. т, или 92,6% от общего запаса фитомассы суши земного шара, а запас фитомассы тропических лесов — 43% общей фитомассы суши (табл. 38). Первичная биологическая продуктивность лесов составляет 69,5% от общей продуктивности всего растительного покрова суши планеты. Соответственно, говоря о роли растительности суши в

Таблица 37

Площадь лесов мира (ФАО, 1983)

Континенты и страны	Лесная площадь, млн. га				Общая лесистость территории, %
	общая ¹	в том числе			
		эксплуатируемые леса	резервные леса	защитные леса	
СССР ²	910,01	710,84	—	163,73	40,6
Европа (без СССР)	168,66	129,13	6,46	4,92	30,4
Северная Америка (США, Канада)	750,21	425,95	—	67,95	38,8
Латинская Америка	871,05	324,48	22,22	29,74	42,6
Африка	762,72	377,16	66,37	25,61	25,4
Западная и Юго-Западная Азия	8,84	1,17	0,20	0,08	1,6
Южная, Восточная и Юго-Восточная Азия	443,11	181,02	82,97	32,88	44,7
Китай	96,38	—	—	—	—
Австралия и Океания	218,18	41,08	0,52	6,66	27,2
Мир в целом	4229,17	2190,82 ²	—	331,56	32,2

¹ Включая лесные болота, облесенные пески и пустоши и т. д.

² В СССР, по данным на 1970 г., общая лесная площадь составляла 1230 млн. га, в том числе покрытая лесом — 746,8 млн. га (Правдин, 1971).

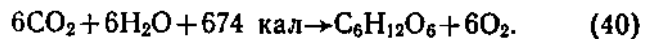
Таблица 38

Фитомасса и первичная продукция растительности суши в сухом весе (Рябчиков, 1972)

Растительность	Площадь, млрд. га	Первичная продуктивность		Запас фитомассы	
		т/га	млрд. т	т/га	млрд. т
Леса тропические	1,50	30	45,0	500,0	750,0
Леса умеренные	2,53	10	25,3	400,0	759,0
Кустарники и мелколесья	1,20	10	13,0	100,0	130,0
Травянистые ассоциации (степи, луга, саванны, болота)	1,95	9	17,5	30,0	58,5
Полевые культуры	1,20	5	6,0	5,5	6,6
Сады, парки и растительность обочин полей и дорог	0,70	10	7,0	50,0	35,0
Растительность полупустынь, пустынь, тундр и высокогорий	3,02	2	6,0	10,0	30,2
Растительный покров суши	12,20	—	120,0	—	1770,0

биосфере и глобальных циклах вещества, мы имеем в виду прежде всего роль леса.

Газовая функция леса определяется его долей в общем фотосинтетическом процессе образования органического вещества из углекислого газа и воды, обобщенно описываемом уравнением



Если общая фотосинтетическая генерация кислорода растительным покровом суши составляет 174 млрд. т в год¹, то доля лесов в ней достигает 121 млрд. т, или около 70%, в том числе доля тропических лесов — 66 млрд. т, или 38%.

За свою историю человек уничтожил по крайней мере 10 млн. км² лесов (Eckholm, 1975), или 15% их бывшей общей площади, но, поскольку уничтожению подвергались наиболее продуктивные леса, это привело к потере 36% общей фитомассы суши, существовавшей в доисторическое время. Н. Н. Родзевич и К. В. Пашканг (1979) считают, что за историческое время было уничтожено 50—80 млн. км² лесов, или 2/3 их бывшей площади. Особенно интенсивно уничтожались высокопродуктивные смешанные широколиственные, в том числе вечнозеленые, леса суббореального, субтропического и тропического поясов. Одновременно шел и процесс смены высокопродуктивных первичных лесов низкопродуктивными вторичными. Оба процесса продолжаются и в настоящее время.

По предположительным данным, площадь сомкнутых влажных тропических лесов сократилась с 1,5—1,7 млрд. га к началу быстрого прироста населения до 0,9—1,1 млрд. га в настоящее время (UNEP, 1980). ФАО определила сокращение этой площади за последние 25 лет в 5—6 млн. га/год, а согласно другим оценкам оно доходит до 20 млн. га в год (Lanly, Clement, 1979; Poore, 1976; Woodwell, Pagan, 1976) и даже 30 млн. га в год (Рябчиков, 1980); если же учесть площадь распространения подсечно-огневого земледелия (shifting cultivation) в этих лесах, при котором поля через 3—4 года пользования опять возвращаются под

¹ По данным И. И. Альтшулер и С. П. Горшкова, 1980, годовая продукция кислорода фотосинтетическим путем составляет 230 млрд. т, из которых океан поставляет 56, суша — 174, в том числе природная растительность суши — 152, культурная растительность — 21, водная растительность суши — 1 млрд. т.

лес, то потери леса будут еще большими. Точной оценки мировой ситуации в этом отношении нет, но данные по отдельным странам показывают удручающую картину. Так, в республике Берег Слоновой Кости в начале века леса занимали 15 млн. га, в 1956 г. — 11,5 млн. га, в 1968 г. — 9, а в 1982 г. — 5,4 млн. га, т. е. за наше столетие их площадь сократилась втрое. На Кубе за это же время площадь лесов сократилась с 47 до 8%.

Уничтожение лесов связано с двумя обстоятельствами: во-первых, для расширения сельскохозяйственных площадей и, во-вторых, для получения древесного сырья, из которого две трети сжигается в виде топлива и одна треть объема ежегодно вырубаемого леса консервируется в виде различных предметов и материалов (шпалы, конструкции, бумага, мебель и т. д.).

Уничтожение леса ведет к изменению его глобальной газообменной функции. Если принять, что ежегодно леса уничтожаются на площади 30 млн. га, то при этом в атмосферу ежегодно выделяется 18 млрд. т CO_2 и расходуется из атмосферы 13 млрд. т O_2 при сжигании древесного топлива. Кроме того, атмосфера недополучает в год около 1 млрд. т кислорода в результате уничтожения фотосинтезирующей фитомассы, что приводит к некоторому обеднению атмосферы кислородом и росту содержания в ней углекислого газа.

В последние годы много писалось о возможном кислородном голоде планеты в результате уничтожения лесов, особенно во влажных тропиках. В целом эти опасения малообоснованы, учитывая огромные запасы кислорода в атмосфере. Согласно данным И. И. Альтшулер и С. П. Горшкова (1980), даже несмотря на то, что за историческое время фотосинтетическая генерация кислорода упала не менее чем на 30%, современный темп уменьшения свободного кислорода в воздухе составляет около 31,6 млрд. т/год, а всего человечество израсходовало примерно 2400 млрд. т O_2 , что позволило уничтожить 36% фитомассы суши, 9% почвенной подстилки, 20% гумуса почв и сжечь 170 млрд. т углерода ископаемого топлива. На основании этих данных авторы справедливо заключили, что «однако ресурсы атмосферного O_2 столь значительны, что указанное уменьшение само по себе не представляет экологической опасности».

Уничтожение лесов кроме атмосферных имеет и другие последствия, экологически более опасные, чем из-

менение газовой функции биосферы. Это прежде всего эрозия и другие формы деградации почвенного покрова (панциреобразование, заболачивание) в результате обезлесивания, а также изменение гидрологических режимов, что особенно существенно в условиях горных склонов. Если при 100% лесистости поверхностный сток практически отсутствует, то при лесистости 60—80% он составляет 7%, при лесистости 20—25%, а в безлесной местности 60—80% атмосферных осадков стекает по поверхности, не проникая в почву.

Современная проблема лесов связана с усилением темпа их вырубки для расширения земледелия и получения древесной продукции. При этом часть лесных площадей переходит в другие категории земельных ресурсов, а на значительной площади продуктивные леса сменяются малопродуктивными. (Родзевич, Пашканг, 1979). За последнее столетие на Восточно-Европейской равнине площадь мелколиственных лесов увеличилась в 2—3 раза за счет хвойных и дубовых; мелколиственные вторичные леса составляют в Калужской области 71,5%, в Ярославской — 64,3, в Московской и Смоленской — 62% и т. д. В Великобритании сохранилось лишь 5% площади первоначальных лесов, в Центральной и Южной Европе — 8—20, в Финляндии и Швеции — 50—65, в США — 50%.

С уничтожением лесов в значительной мере связан процесс опустынивания, известный человечеству с древнейших времен (Месопотамия, Карфаген, Древний Хорезм) и приобретший в последнее время глобальное значение.

Современная аридизация суши (Ковда, 1977, 1981) связана, вероятно, с совпадением климатических флуктуационных тенденций на данном этапе развития климата с усилением антропогенной нагрузки на экосферу.

Согласно материалам Всемирной конференции ООН по опустыниванию (Найроби, 1977), опустынивание угрожает будущему более 700 млн. человек, т. е. 14% мирового населения, живущих в засушливых районах. Из них 50—70 млн. человек непосредственно страдают от потерь земельных и растительных ресурсов, вызванных этим процессом. Опустыниванием затронуты все континенты мира (кроме Антарктиды, конечно), включая юг Европы, которая находится отнюдь не в пустынном климате. Участвовавшие и углубившиеся засухи ста-

новятся все более интенсивными и губительными с каждым циклом в процессе опустынивания территорий. Катастрофическая засуха в Сахельской зоне Африки, разразившаяся в 1968—1973 гг. и повторившаяся в 1977—1978 гг., унесла миллионы человеческих жизней и уничтожила десятки миллионов голов скота, привлекая внимание правительств и мировой общественности к этой глобальной проблеме. По результатам работы Всемирной конференции, состоявшейся в Найроби, в которой приняли участие представители 95 государств, 50 учреждений и организаций системы ООН, 8 межправительственных и 65 неправительственных организаций мира, Генеральная Ассамблея ООН в декабре 1977 г. утвердила глобальный «План действий по борьбе с опустыниванием», содержащий рекомендации по скоординированным действиям на глобальном, региональном и национальном уровнях. В разработке этого плана приняли участие выдающиеся ученые мира и многие научные учреждения. План содержит рекомендации как научно-технического, так и социально-экономического и политического характера, включая финансирование. На национальном уровне государства в меру своих сил и возможностей ведут борьбу с этим экологическим злом. В глобальном же масштабе процесс продолжает развиваться.

Конференция ООН по опустыниванию определила этот процесс как снижение или разрушение биосферного потенциала Земли, которое может в конечном итоге привести к условиям, подобным пустынным, относя его к тропическим, субтропическим и умеренным аридным районам. Принятый ООН план действий охватывает территории, где опустынивание идет сейчас, и районы, которые могут подвергнуться опустыниванию в будущем, включая аридные, семиаридные и субгумидные территории. Поскольку данное определение оказалось достаточно расплывчатым для точной количественной оценки процесса, установления степени его развития и площадей распространения, появилась необходимость в более четком научном определении процесса опустынивания.

Более четкое определение было найдено в результате работ, связанных с началом осуществления Плана действий по борьбе с опустыниванием, которое более точно отражает существо явления и позволяет оцени-

вать его в количественных терминах: *опустынивание — это процесс необратимого изменения почвы и растительности аридных территорий в направлении аридизации и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню* (Розанов, 1981, 1982). Это определение было одобрено Международным совещанием по борьбе с опустыниванием путем комплексного развития (Ташкент, 1981), 4-м Всесоюзным совещанием по пустыням (Ашхабад, 1981) и 12-м Международным конгрессом почвоведов (Нью-Дели, 1982).

В этом определении использованы следующие термины:

необратимое изменение — такое изменение почвы или растительности, которое требует либо мелиоративного вмешательства человека, либо очень долгого (десятилетия и столетия) природного процесса для восстановления исходного состояния;

аридные территории — районы тропического, субтропического или тепло-умеренного аридного, семиаридного или сезонного субгумидного климата;

пустыня — аридная территория, почти полностью лишенная растительности и развитой почвы;

биологическая продуктивность — это ежегодная продукция биомассы (в т/га·год);

аридизация почвы — изменение почвы в сторону уменьшения способности снабжать растения водой;

аридизация растительности — увеличение числа ксерофильных видов в составе вместе с общим уменьшением сомкнутости и биологической продуктивности.

Этим определением охватываются как естественные процессы опустынивания, так и вызванные человеческой деятельностью, и одновременно дается разграничение процесса опустынивания и более широкого процесса почвенной деградации, которая может быть как следствием, так и причиной опустынивания. *Опустынивание всегда сопровождается деградацией почвы в разных ее видах* (водная и ветровая эрозия, засоление, уплотнение и т. п.), *но деградация почвы может иметь место и независимо от опустынивания как в засушливых, так и в гумидных условиях.*

Таким образом, количественная оценка двух взаимосвязанных параметров берется за основу диагноза про-

цесса опустынивания: 1) степень аридизации растительности; 2) степень аридизации почвы.

Как любой динамичный процесс, опустынивание может быть установлено и оценено лишь сравнительным анализом, т. е. путем сравнения двух различных состояний. При этом могут быть использованы два существенно различных подхода: 1) сравнение одной и той же территории в различные моменты времени; 2) сравнение состояний двух разных территорий в одно и то же время. В первом случае можно установить наличие опустынивания и определить его степень и скорость, если интервал времени достаточно длительный. Во втором используется обычный принцип сравнительно-географического анализа, основанного на гипотезе соответствия или подобия географической последовательности в пространстве их генетической (хронологической) последовательности в связи с общей историей развития местности. В этом случае может быть установлен лишь сам факт опустынивания и определена его степень в некоторых условных терминах, но нельзя определить скорость процесса. Пример такого подхода к определению степени опустынивания для ряда растительных формаций приведен в табл. 39, где в качестве критерия опустынивания взята условная степень аридизации растительности. Для полной оценки степени опустынивания эти данные должны быть дополнены определением степени аридизации почвы, что может быть сделано в терминах количественной оценки некоторых водно-физических свойств почвы или водного режима.

Оценка процесса опустынивания включает также такой важный компонент, как установление специфических причин и факторов его развития в каждом конкретном случае.

В случае природного процесса опустынивания причиной может быть либо изменение (аридизация) климата, либо тектоническое поднятие или опускание базиса эрозии с соответствующим падением уровня грунтовых вод, либо аккумуляция солей на геохимическом барьере. В случае опустынивания, вызванного человеческой деятельностью, причиной может быть вырубка деревьев и кустарника, перегрузка пастбищ, выжигание травостоя, неадекватное сезонное использование пастбищ, распашка непригодных для земледелия почв, истощение подземных вод без их возобновления, изменение гидрологии территории, нерациональное использование

Т а б л и ц а 39

Степень аридизации растительности природных экосистем, включая пастбища, в зависимости от степени опустынивания

Степень опустынивания	Суббореальные и субтропические пустыни ¹			Суббореальные и субтропические пустыни ¹ и суббореальные пустыни			Сухие степи и субтропические полупустыни			Лесостепи и саванны			Субтропические ксерофитные леса и кустарники; заросли самсаула			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Нет	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Слабая	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Умеренная	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сильная	1-2,5	1	10	1-2,5	1-2,5	10-25	2,5-5	1-2,5	10-25	2,5-5	1-2,5	10-25	2,5-5	1-2,5	10-25	10
Очень сильная ²	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

¹ В общегеографическом смысле термина.

² В смысле, определенном в контексте термина опустынивания.

1 — запас фитомассы, т/га; 2 — биологическая продуктивность, т/га.год; 3 — сомкнутость, %.

водных ресурсов, изменение геохимических процессов и т. п. Во многих случаях опустынивание может быть вызвано не одной, а многими причинами, либо спровоцировано одним фактором и интенсифицировано другими. Анализ экологической ситуации и взаимодействующих факторов даст в каждом конкретном случае твердую основу для планирования рациональных мер против опустынивания и по восстановлению биосферного потенциала.

Предупреждение опустынивания и борьба с ним требует комплекса социальных, экономических и технических мер, которые должны составить единый план социально-экономического развития территории на базе оптимизации природопользования. Особого внимания заслуживает предупреждение опустынивания, поскольку предупредить болезнь значительно легче и дешевле, чем лечить ее.

Предупреждение опустынивания включает в качестве первого шага оценку риска или потенциальной опасности, включая степень риска или допустимые пределы экологического давления. *Под риском опустынивания понимается степень потенциального развития процесса опустынивания при превышении допустимого предела флуктуаций экологического равновесия территории при ее хозяйственном использовании.* В зависимости от вида землепользования территория может иметь разную степень риска опустынивания. Например, в тропической травянистой саванне на суглинистых и глинистых почвах будет слабый риск опустынивания в орошаемом земледелии, умеренный риск при богарном земледелии, сильный — при пастбищном животноводстве и опять слабый — при строительстве (табл. 40). В одной и той же природной зоне риск будет резко различным в зависимости от вида почвы: легкие почвы подвергаются опустыниванию легче, чем тяжелые. Генерализованные параметры риска опустынивания для ряда природных зон в табл. 40, где приняты следующие градации:

очень слабый риск — опустынивание при данном землепользовании не исключается, но его вероятность ничтожна;

слабый риск — опустынивание возможно, но его степень и распространение будут несущественны;

умеренный риск — опустынивание вероятно, а его степень и распространение будут существенны;

Таблица 40

Риск опустынивания в различных природных зонах в зависимости от землепользования

Природная зона ¹	Почвы	Степень риска опустынивания при:				строительстве и коммунациях ²
		орошаемом земледелии	ботарном земледелии	пастбищном животководстве	очень сильная	
Суббореальные и субтропические пустыни	легкие	— ³	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	очень сильная	—	—	очень сильная	очень сильная
Суббореальные солонковые пустыни и полупустыни	легкие	—	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	очень сильная	—	—	очень сильная	очень сильная
Субтропические полупустыни	легкие	—	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	очень сильная	—	—	очень сильная	очень сильная
Суббореальные и субтропические сухие степи	легкие	—	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	очень сильная	—	—	очень сильная	очень сильная
Суббореальные и субтропические степи	легкие	—	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	слабая	очень слабая	—	очень сильная	очень сильная
Субтропические ксерофитные леса и кустарники; саксауловые заросли	легкие	—	—	очень сильная	очень сильная	очень сильная
	тяжелые	умеренная	—	—	очень сильная	умеренная

¹ Исключая аллювиальные и оазисные территории этих зон.

² Подразумевается риск опустынивания окружающей территории при жилищном, промышленном или дорожном строительстве.

³ Использование этих земель данным путем маловероятно.

сильный риск — опустынивание неизбежно, а его степень и распространение будут существенны;

очень сильный риск — опустынивание неизбежно, а его степень и распространение будут катастрофическими.

Говоря об опустынивании, обычно имеют в виду Африку, преимущественно к югу от Сахары. Действительно, процессы современного опустынивания протекают здесь особенно интенсивно. На южных границах Сахары 65 млн. га некогда продуктивных земель превратились в пустыню в течение последних 50 лет. Около 6 млн. га продуктивных земель сейчас теряется ежегодно; Сахара увеличивается примерно на 1,5 млн. га в год. Расширение Сахары нередко происходит путем поглощения оазисов сыпучими песками. Пустыня, как правило, не продвигается вперед сплошным фронтом, а распространяется очагами и пятнами в местах, где перегрузка пастбищ и нерациональное земледелие разрушают почву, превращая ее в подвижные пески.

Опустынивание — это не просто экологическая проблема нарушения природы, а прежде всего социально-экономическая проблема. Во время катастрофической Сахельской засухи 1968—1973 гг. 15 млн. крестьян потеряли более половины своего урожая, у 2 млн. скотоводов-кочевников пала половина поголовья скота, а в Мали и Мавритании погибло 90% всего скота. Все ирригационные системы Нила в Судане находятся под угрозой наступающей пустыни, как и 1 млн. га земель, орошаемых из скважин, и 2,5 млн. га богарных земель 75% мирового производства гуммиарабика, пастбища для 10 млн. голов скота — большая часть того, что должна была дать земля в результате радикальных преобразований в сельском хозяйстве Судана через 25 лет. Всего лишь несколько лет назад можно было набрать сучьев акации в пределах 10 км от Хартума; сейчас его жители должны проделать путь в 100 км, чтобы нарубить дров. Анри ле Уэру (H. Le Uéru, 1975) привел следующие характерные показатели сельскохозяйственного производства в провинции Кордофан в Судане, отражающие процесс опустынивания: с 1960 по 1973 г. площадь под арахисом возросла с 184 тыс. га до 810 тыс. га, а его общее производство осталось на том же уровне при падении урожайности с 0,40 до 0,09 т с феддана; под кунжутом площадь выросла

с 112 тыс. га до 779 тыс. га, а производство упало с 38 тыс. т до 15 тыс. т при падении урожайности с 0,38 до 0,09 т с феддана (рис. 45).

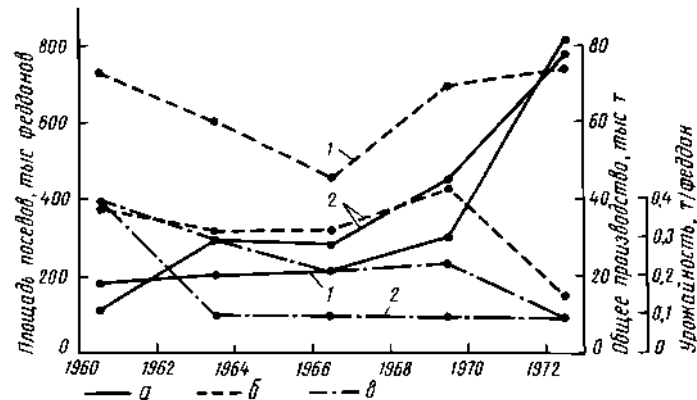


Рис 45. Влияние прогрессивного опустынивания в провинции Кордофан (Судан) на производство арахиса (1) и кунжута (2) (Le Nuegu, 1975):

а — посевная площадь, б — общее производство, в — урожайность

Согласно оценкам климатологов (Мейгс, 1953), общая площадь пустынь мира составляет 48,35 млн. км², или 36,3% поверхности суши, из которых 5,85 млн. км² — экстрааридные, 21,5 — аридные и 21 млн. км² — семиаридные. По оценкам же почвоведов и ботаников (Шанц, 1956), площадь пустынь составляет 57,47 млн. км², или 43% поверхности суши. Разницу — 9,12 млн. км², или 6,7% суши — составляют антропогенные пустыни. За историю своего хозяйствования человек превратил в пустыню 1 млрд. га продуктивных земель. И не только в Африке, а на всех континентах. Характерные данные в этом отношении приводит Г. Дрегне (Dregne, 1982) для Америки (табл. 41), свидетельствующие о серьезном положении и на этих континентах. Согласно его расчетам, из 25 млн. га орошаемых земель засушливых районов Америки (оба континента) 4 млн. га, или 16%, подвержено опустыниванию в разной степени, из 57 млн. га богарной пашни — 40 млн. га, или 70%, из 729 млн. га пастбищ — 610 млн. га или 84%.

Таблица 41

Засушливые земли, затронутые опустыниванием в Северной и Южной Америке (Dregne, 1982), тыс. га

Страны	Орошаемые земли		Богарные земли		Пастбищные земли	
	всего	опустыниваются	всего	опустыниваются	всего	опустыниваются
Канада	300	60	5 000	3 000	10 000	7 000
Мексика	3 750	1 125	7 500	6 700	100 000	96 000
США	15 500	1 650	30 000	15 000	235 000	188 000
Северная Америка	19 550	2 835	42 500	27 700	345 000	291 000
Аргентина	1 550	310	5 000	3 800	180 000	126 000
Боливия	65	6	1 000	950	12 000	11 500
Бразилия	520	78	6 000	5 000	140 000	135 000
Чили	1 280	320	1 400	1 350	24 000	22 400
Колумбия	0	0	0	0	3 500	3 200
Эквадор	460	115	40	39	300	280
Парагвай	9	2	50	20	12 000	9 600
Перу	1 155	346	500	450	9 500	8 800
Венесуэла	350	52	300	250	2 800	2 600
Южная Америка	5 389	1 229	14 290	11 859	384 100	319 380
Америка в целом	24 939	4 064	56 790	39 559	729 100	610 380

Пустыни и полупустыни занимают 43% суши земного шара, 19% — угрожает опустынивание (рис. 46). Засушливые земли мира деградируют со скоростью 5,8 млн. га в год, что оценивается потерей дохода около 1,3 млрд. долларов ежегодно, не считая социальных затрат.

Проблема, как видим, серьезная, заслуживающая внимания ООН наряду с проблемами атмосферы, воды, человеческих поселений и продовольствия.

Может ли человек остановить натиск пустыни, который он сам же спровоцировал нерациональным использованием природных ресурсов (почвы, воды, растительности) хрупких экосистем аридных территорий на границе с пустыней? Конечно, может. Всемирный план действий по борьбе с опустыниванием, принятый Генеральной Ассамблеей ООН в 1977 г., четко показывает, как это можно и нужно сделать, а практический опыт ряда стран, в том числе Советского Союза, свидетельствует о реальной осуществимости борьбы с опустыниванием и предупреждения его, если для этого есть проч-



Рис. 46. Пустыни и территории, подвергающиеся опустыниванию (Конференция ООН по опустыниванию, 1977).
 Степень опустынивания: 1 — очень высокая, 2 — высокая, 3 — умеренная, 4 — гипераридные пустыни

ная социально-экономическая основа. Много сделано в этом отношении в СССР, Китае, Алжире и других странах, но в целом глобальная проблема опустынивания еще весьма далека от решения, особенно в развивающихся странах Африки.

Вопросы для повторения и самостоятельной проработки

1. Какова глобальная роль лесов в экосфере?
2. Почему человек уничтожает леса?
3. Что такое рациональное лесопользование?
4. Каковы глобальные последствия уничтожения лесов? Для атмосферы? Для гидросферы? Для педосферы? Для биосферы?
5. Как связано уничтожение лесов с опустыниванием?
6. Что такое опустынивание?
7. Опустынивается ли пустыня?
8. Каковы причины и факторы опустынивания?
9. Каковы критерии оценки опустынивания?
10. Каковы меры борьбы с опустыниванием?

З а к л ю ч е н и е
УПРАВЛЕНИЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ

Говоря об управлении окружающей средой, мы имеем в виду решение задач обеспечения наиболее благоприятных условий существования человека, удовлетворения его основных материальных, физиологических и духовных потребностей на базе оптимального взаимодействия природы и общества, гармоничного развития антропосферы и самого человека.

Управление окружающей средой включает весь комплекс взаимодействий антропосферы: внутри социосферы, экосферы и между ними. Решение проблем экосферы возможно только через социосферу. Иными словами, решение проблем окружающей среды и управление ею возможно только на основе социально-экономического развития общества и через его прогрессивное развитие.

Современная антропосфера — среда обитания нынешнего человечества — это результат длительного исторического развития, несущий на себе наследие многих тысячелетий истории, запечатленное как в экосфере, так и в социосфере.

История социально-экономического развития человечества была трудной и потребовала многих тысячелетий поисков и разочарований, прежде чем была найдена наилучшая форма общественной организации.

Многие тысячи лет развитие человечество было основано на частной собственности, включая собственность на природные ресурсы, на угнетении и эксплуатации одних групп людей другими, на принуждении, силе, хищнической эксплуатации природных ресурсов, поляризации общества на угнетателей и угнетаемых, богатых и бедных. Ни в одну из предшествовавших исторических эпох антропосфера, и особенно социосфера, не была благоприятной средой существования человека. Рассуждение о том, что люди когда-то и где-то жили лучше, — это миф, не имеющий под собой

никакого фактического обоснования; они всегда жили хуже. И в этом существо исторического прогресса: постоянное совершенствование антропосферы как среды обитания людей, хотя история знает и остановки и движения вспять на этом длительном и противоречивом пути.

Только XX в. открыл совершенно новую эру в развитии человечества: социально-экономическое развитие на основе планомерного создания наиболее благоприятной для человека окружающей среды, создания оптимальной антропосферы. Развитие человечества перестает быть стихийным, оно строится на базе глубокого теоретического обоснования, разработанного основоположниками марксистско-ленинской науки и постоянно углубляемого по мере накопления и теоретического осмысливания опыта строения социализма. То, что социалистический опыт охватывает пока лишь часть человечества (заметим, весьма существенную: СССР, другие социалистические страны Европы, Азии, Латинской Америки; ряд развивающихся стран Азии и Африки, только еще вступающих на путь строительства социализма); то, что социализм развивается при сосуществовании с капиталистической системой и даже феодализмом в ряде регионов планеты — это дело времени. То, что создавалось человечеством тысячелетия, нельзя изменить за 60—70 лет. Преодоление тысячелетнего наследия истории — это целая историческая эпоха, но она уже началась и бурно развивается.

Именно социалистическое общество получило возможность планомерного улучшения окружающей среды и оптимизации взаимодействия природы и общества, решения проблем антропосферы, как накопленных длительной историей, так и возникающих вновь в процессе и в результате развития. А проблем, как мы видели, много, и одна сложнее другой. Именно поэтому управление окружающей средой включает комплекс очень сложных процессов, составляющих единую систему. При этом важно подчеркнуть то важнейшее методологическое обстоятельство, что эта система должна приниматься во внимание в целом на всех уровнях и при всех масштабах рассмотрения.

Итак, первым пререквизитом управления окружающей средой служит прогрессивное социально-экономическое преобразование общественного устройства. С

марксистско-ленинской точки зрения, это преобразование должно быть основано на принципах социализма и должно быть направлено на строительство развитого социалистического общества, переходящего постепенно в коммунистическое. Это положение, теоретически глубоко обоснованное историческим анализом, базируется на элементарной истине: для безработного, эксплуатируемого, обездоленного, бедняка, нищего нет проблем окружающей среды важнее ликвидации безработицы, обездоленности, бедности, нищеты; все остальное — потом.

Второе условие борьбы за здоровую и благоприятную окружающую среду — общественное владение всеми природными ресурсами. В условиях частной собственности на землю, ее недра, воды, леса не может быть четко поставленного на научной основе и планомерно осуществляемого управления окружающей средой. Общественное владение природными ресурсами предполагает государственное управление ими от имени общества. «Ничейные» ресурсы — это так же плохо, как и частные. В ряде стран Африки общественное землевладение и землепользование ведет к деградации почвенных, растительных и водных ресурсов при существующих социально-экономических условиях.

Третье условие управления окружающей средой — включение всех аспектов окружающей среды в планы социально-экономического развития в качестве неотъемлемого компонента всего комплекса вопросов развития — является основой плана развития той или иной территории или отрасли народного хозяйства. Ведь в конечном счете вся деятельность человека всегда направлена на создание наиболее благоприятных условий его существования и удовлетворение его многочисленных потребностей. Речь идет о взаимоувязке всех видов человеческой деятельности, включая учет последствий каждого вида, в едином комплексе процесса создания благоприятной окружающей среды.

Соответственно процесс управления окружающей средой состоит из ряда этапов, включая планирование и осуществление принятых планов:

определение перспективных и краткосрочных целей социально-экономического развития;

оценка природных и человеческих (включая социальные и экономические аспекты) ресурсов;

создание перспективного плана развития в соответствии с поставленными целями и на базе имеющихся ресурсов;

оценка социальных, экономических, экологических последствий осуществления разработанного плана;

определение альтернативных технических возможностей и путей осуществления плана;

оптимизация и конкретизация плана с учетом возможных последствий и технических решений;

выбор оптимальных альтернатив осуществления плана;

принятие плана и его осуществление.

Управление окружающей средой требует постоянно действующей системы наблюдения за ее состоянием — мониторинга окружающей среды. Мониторинг среды должен охватывать все уровни — локальный, региональный, национальный, глобальный — с тем, чтобы снабжать органы управления необходимой полной и объективной информацией.

Оценка окружающей среды также очень сложный процесс, включающий мониторинг или сбор информации, исследования, обмен информацией, составление обзоров и, наконец, собственно оценку состояния в данный момент, требующую принятия соответствующего решения управляющего органа. На основании полученной оценки состояния принимаются определенные концепции проблем и их решения, определяются стратегия, области сосредоточения усилий, пути технических решений, определяются наиболее оптимальные альтернативы. При этом принимаются во внимание социальные, экономические, экологические последствия имеющихся альтернатив, и уже на этой основе принимаются окончательные решения управляющего характера, ведущие к максимальному положительному и минимальному негативному эффекту того или иного действия.

Управление окружающей средой требует четкого законодательства и права в области окружающей среды. К настоящему времени в мире накоплен в этом отношении большой опыт, особенно в Советском Союзе, где законодательство в области окружающей среды началось с первых ленинских декретов, с момента установления Советской власти. В СССР взаимоотношения общества и природной окружающей среды законодательно закреплены в Конституции СССР, в ряде специ-

альных законов о земле, воде, атмосферном воздухе, земных недрах, лесах, диких животных; как эксплуатация природных ресурсов, природопользование в целом, так и загрязнение окружающей среды регламентируются законодательными актами. К сожалению, мир в целом не может пока похвалиться такими достижениями. В большинстве стран мира вопросы загрязнения эко-сферы если и регламентируются законами, часто очень строгими и эффективными, то природопользование в целом осуществляется в значительной мере стихийно.

Рациональное управление окружающей средой требует постоянного комплексного учета всех факторов окружающей среды в производстве и общественном развитии. В частности, развитие тех или иных отраслей производства и хозяйственной деятельности вообще необходимо строить с учетом тех или иных экологических возможностей и последствий этой деятельности, для чего в руках человечества сейчас имеется достаточно средств. Речь идет о создании и внедрении экологически целесообразных оптимальных технологий, реализация которых определяется уровнем социального и экономического развития на каждом историческом этапе.

Управление окружающей средой требует специального образования и подготовки кадров в этой области. Практически специалисты всех отраслей знания и деятельности должны быть экологически грамотными так же, как они должны быть грамотными в области общественного ведения и экономики. Речь идет о распространении экологических знаний как элементарной грамоты среди широких масс населения, о введении экологического аспекта во всеобщее обязательное образование.

Наконец, управление природной окружающей средой требует создания специальной государственной структуры администрации в области окружающей среды. Накоплен большой опыт и в этом отношении, хотя, может быть, еще и недостаточный. В СССР административными вопросами проблем природной окружающей среды занимается много государственных органов и ведомств: Комиссия Верховного Совета СССР по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Государственный комитет СССР по науке и технике, Госплан СССР, соответствующие ведомства в союзных республиках, от-

дела и управления во многих министерствах, отделы в исполнительных местных органах власти. Есть определенный опыт и в других странах, как социалистических, так и капиталистических.

Сложность управления окружающей средой определяется колоссальной сложностью самого объекта управления, самой системы окружающей среды, состоящей из множества подсистем и элементов, взаимодействующих с множеством окружающих систем и элементов. Все меры, принимаемые в области окружающей среды, должны быть:

социально необходимыми,
политически приемлемыми,
административно практичными,
законодательно допустимыми,
экономически целесообразными,
технически возможными,
экологически эффективными.

Поскольку окружающая среда — это комплекс социальных и физических компонентов, система социальных и природных факторов и их взаимосвязей, то, естественно, в нашем поляризованном современном мире — это область острой идеологической борьбы, связанной с прогнозами и моделями развития человечества. В мире образовалось много различных футурологических групп, клубов, обществ, ассоциаций, рассматривающих будущее развитие человечества, определяющих, что ему нужно делать в современной кризисной ситуации. При этом самой характерной чертой всех футурологических дискуссий служит смешение воедино общего кризиса капитализма с кризисом окружающей среды.

Как уже говорилось выше, фактических оснований для декларации «общего кризиса окружающей среды» нет, нет даже и для природного компонента окружающей среды в глобальном масштабе, хотя есть определенные кризисные ситуации в тех или иных точках планеты. Повторяем, кризис среды обитания в Нью-Йорке — это не экологический кризис планеты, а отражение общего кризиса капитализма, не способного решать проблемы окружающей среды так, скажем, как их решают Москва, Днепропетровск, Шевченко, Навои.

При рациональном, а с нашей точки зрения — социалистическом, устройстве общества все проблемы окружающей среды полностью разрешимы. Для их решения

нужно время и целенаправленные плановые усилия всего общества, направленные на прогрессивное развитие человечества. Мир не принял идеи «нулевого роста», «экологических пределов развития» и т. п., да он и не может их принять. Развитие человечества нельзя остановить. Это ясно и многим прогрессивным ученым капиталистического мира. В своем выступлении 29 марта 1978 г. «Развитие без разрушения» директор-исполнитель ЮНЕП д-р М. Толба сказал: «Кризис окружающей среды не может быть разрешен, как предлагают некоторые, нулевым ростом. Нет такого единого простого ответа. Без развития, причем исключительно срочного развития, непереносимая окружающая среда, в которой сейчас живет столь много людей, не может быть улучшена. Только через постоянный рост, постоянное развитие эти фундаментальные проблемы могут быть решены. Окружающая среда и развитие — это две стороны одной и той же монеты. Вчерашнее развитие определяет сегодняшнюю окружающую среду; завтрашняя окружающая среда может быть улучшена только сегодняшним развитием...».

Учитывая реальность нашего времени и глобальный характер проблем окружающей среды, два главных вопроса привлекают особое внимание: 1) международное сотрудничество по проблемам окружающей среды; 2) борьба за мир во всем мире и прекращение гонки вооружений, всеобщее и полное разоружение. Если в первом отношении наметился и уже достигнут определенный прогресс, то вторая проблема требует самого серьезного внимания и решительных действий народов и правительств.

Что касается международного сотрудничества по проблемам окружающей среды, здесь имеется явный прогресс. Создана и активно функционирует Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП); все специализированные органы и агентства ООН (ФАО, ЮНЕСКО, ВМО, ВОЗ, МАГАТЭ и др.) усиленно занимаются проблемами окружающей среды в рамках своей компетенции. Всемирные конференции ООН приняли планы действий в определенных областях оздоровления окружающей среды (опустынивание, вода, народонаселение, человеческие поселения, энергия и др.); активно работает Научный комитет по проблемам окружающей среды (СКОПЕ). Активно осуществляется научно-техни-

ческое сотрудничество стран на двусторонней и региональной основе. Достигнуто много положительных результатов как с точки зрения изучения проблем окружающей среды, так и с точки зрения осуществления практических мер.

Главное, что мешает сейчас решению проблем окружающей среды — это висящая над человечеством угроза войны и соответствующие колоссальные расходы на вооружения.

Ежегодные расходы на вооружения достигли буквально астрономических величин. Мир сейчас тратит на оружие более 600 млрд. долларов в год. Для сравнения: чтобы остановить глобальное опустынивание надо найти всего 4 млрд. долларов в год в течение 20 лет. Если прекратить гонку вооружений, пустить все средства и ресурсы на мирные цели, можно решить все экологические проблемы, стоящие перед человечеством, включая проблему продовольствия.

Война, будь то мировая или локальная, — это всегда не только разрушение окружающей среды, но и уничтожение самого человека. Это самое страшное проклятие человечества. О каких иных проблемах окружающей среды могла идти речь во время второй мировой войны, когда только Советский Союз потерял более 20 миллионов человеческих жизней?! Какая окружающая среда была в Сталинграде, Севастополе, Минске, Варшаве?! О какой окружающей среде идет речь сейчас в оккупированном израильтянами Ливане?! Какая окружающая среда была во Вьетнаме?! Ни с какими иными проблемами окружающей среды не идет в сравнение проблема войн. Борьба за мир — это борьба за здоровую окружающую среду. И это особенно справедливо в наше время, когда изобретено, производится и накапливается самое страшное оружие — атомное. Именно поэтому мирные инициативы СССР находят постоянную поддержку всех миролюбивых народов и прогрессивных правительств, но империалисты пока не сдают позиций.

Советские люди — оптимисты. Мы твердо верим, что разум человека восторжествует, что мир победит войну, что человек сумеет решить все проблемы окружающей среды, но это не придет само собой. Чтобы решить проблему, ее нужно, во-первых, знать, а во-вторых, надо активно бороться за ее решение.

Литература

- Авцын А. П. Предмет, задачи и методы советской географической патологии. — В кн.: Проблемы географической патологии. Ин-т морфол. чел. АМН СССР. М., 1964.
- Авцын А. П. Введение в географическую патологию. М., 1972.
- Адашев И. И. Трагедия или гармония? М., 1973.
- Алексеев В. П. Человек и биосфера. М., 1973.
- Альтшулер И. И., Ермаков Ю. Г. Загрязнение атмосферы соединениями серы и проблемы его количественной оценки. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр., 1978, № 5.
- Ананичев К. В. Проблемы окружающей среды, энергии и природных ресурсов. М., 1974.
- Арбатов А. Я., Надеждин А. В. Топливо-энергетические ресурсы: состояние и перспективы. — В кн.: Энергетика, топливо. М., 1977.
- Арманд Д. Л. Нам и внукам. Изд. 2-е. М., 1966.
- Безиня А. Я., Бериня Д. Ж. Использование химического состава мхов и лишайников для индикации низких уровней загрязнения. — В кн.: Мат-лы всек. конф. «Лихиноиндикация состояния окружающей среды». Таллин, 1978.
- Берлянд М. Е. Защита атмосферы от загрязнения. В кн.: Человек и среда. Л., 1974.
- Богоров В. Г. Океан и будущее человечества. — В кн.: Будущее науки. М., 1970.
- Болин Б. Круговорот углерода. — В кн.: Биосфера. М., 1972.
- Брук С. И. Население мира. М., 1981.
- Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
- Виноградов А. П. Биогеохимические провинции и эндемии. — ДАН СССР, 1938, т. 18, № 4—5.
- Воейков А. И. Воздействие человека на природу. М., 1963.
- Воронцов А. И., Харитонов Н. З. Охрана природы. Изд. 2-е, переработанное. М., 1977.
- Всемирная организация здравоохранения. Влияние окружающей среды на здоровье человека. Женева, ВОЗ, 1974.
- Герасимов И. П., Будыко М. И. Актуальные проблемы взаимодействия человека и природы. — Коммунист, 1974, № 10.
- Герасимов И. П., Кузнецов Н. Т., Кесь А. С., Городецкая М. Е. Проблема Аральского моря и антропогенного опустынивания Приаралья. — Проблемы освоения пустынь, 1983, № 6.
- Гильманов Т. Г. Интерпретация формул Докучаева и Йенни в

- терминах системного анализа. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. почв., 1977, № 3.
- Гирусов Э. В. Система «общество—природа». М., 1976.
- Гладков Н. А. Ленин и охрана природы. М., 1979.
- Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов. М., 1964.
- Глазовская М. А. Технобиogeомы — исходные физико-географические объекты ландшафтно-геохимического прогноза. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр., 1972, № 6.
- Глазовская М. А. Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенезу. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Глазовская М. А. Теория геохимии ландшафтов в приложении к изучению техногенных потоков рассеяния и анализу способности природных систем к самоочищению. — В кн.: Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состояние систем. М., 1981.
- Глазовский Н. Ф. Геохимические потоки в биосфере и их сопряженный анализ. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Гришина Л. А. Основы охраны природы. М., 1980.
- Гудзон Н. Охрана почвы и борьба с эрозией. М., 1974.
- Гурман В. И. (Ред.). Модели управления природными ресурсами. М., 1981.
- Дажо Р. Основы экологии. М., 1975.
- Дорст Ж. До того как умрет природа. М., 1968.
- Добродеев О. П. Техногенез — мощная геохимическая сила биосферы. — Природа, 1978, № 11.
- Дювиньо П., Танг М. Биосфера и место в ней человека. М., 1968.
- Дьяконов К. Н. Методологические проблемы изучения физико-географической дифференциации. — Вопр. географии, 1975, № 98.
- Дышловой В. Д., Плехов В. Н. Человек в городе. М., 1978.
- Евдокимова Т. И., Быстрицкая Т. Л., Васильевская В. Д., Гришина Л. А., Самойлова Е. М. Биогеохимические циклы элементов в природных зонах европейской части СССР. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Ефремов Ю. К. Природа на службе общества. М., 1968.
- Загладин В. В., Фролов И. Т. Глобальные проблемы современности. М., 1981.
- Зеленев В. В., Розанов Б. Г. Использование балансового метода при моделировании цикла азота в агроценозе. — Биол. науки, 1984, № 6.
- Интенсификация сельскохозяйственного производства и проблема защиты окружающей среды. М., 1981.
- Канаев А. А., Копп И. З. Взаимодействие энергетики и окружающей среды. Л., 1980.
- Кашкаров Д. Н. Среда и общество. М., 1933.
- Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных. Изд. 2-е. Л., 1945.
- Каштанов А. Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. М., 1974.
- Ковальский В. В. Новые направления и задачи биологической химии сельскохозяйственных животных в связи с изучением биогеохимических провинций. М., 1957.

- Ковальский В. В. Геохимическая экология. М., 1974.
- Ковальский В. В. Геохимическая экология — основа системы биогеохимического районирования. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Ковальский В. В., Андрианова Г. А. Микроэлементы в почвах СССР. М., 1970.
- Ковда В. А. Биосфера и вопросы мелиорации почв. М., 1972.
- Ковда В. А. Почвенный покров как компонент биосферы. — Вестн. АН СССР, 1973, № 9.
- Ковда В. А. Почвенные ресурсы планеты. — Природа, 1974, № 8.
- Ковда В. А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. М., 1975.
- Ковда В. А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Ковда В. А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., 1977.
- Ковда В. А. Земельные ресурсы и перспективы их дальнейшего освоения. — Почвоведение, 1977, № 10.
- Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М., 1981.
- Коммонер Б. Замыкающийся круг (природа, человек, технология). Л., 1974.
- Кудрин С. А. Агрохимия в хлопководстве Узбекистана. Ташкент, 1947.
- Куражковский Ю. Н. Очерки природопользования. М., 1969.
- Лаптев И. Л. Социально-философские аспекты взаимодействия общества и природы. М., 1975.
- Ласкорин Б. Н. Развитие производства и защита окружающей среды. — В кн.: Общество и природная среда. М., 1980.
- Ленькова А. Оскальпированная земля. М., 1971.
- Летунов П. А., Островная Н. Н. Природные условия развития и размещения водных мелиораций в СССР. — В кн.: Региональное развитие и географическая среда. М., 1971.
- Летунов П. А., Сотников В. П. Земельные ресурсы СССР и вопросы мелиорации. М., 1969.
- Лихачев Д. С. Память истории священна. — Огонек, 1982, № 29.
- Львович М. И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М., 1974.
- Макс Планк, 1858—1958. — В кн.: К 100-летию со дня рождения. М., 1958.
- Макфедьен Э. Экология животных: цели и методы. М., 1965.
- Мяланова Е. В., Рябчиков А. М. Географические аспекты охраны природы. М., 1979.
- Митрюшкин К. П., Шапошников Л. К. Человек и природа. М., 1974.
- Мицкевич Б. Ф., Сушик Ю. Я. Основы ландшафтно-геохимического районирования. Киев, 1981.
- Наумов Н. П. Экология животных. М., 1963.
- Низова А. М. Великий учитель — природа. М., 1971.
- Ничипорович А. А. Фотосинтез и биосфера. — Природа, 1972, № 6.
- Новиков И. Окружающей среде — социалистическое отношение — Коммунист, 1982, № 14.
- Новиков Р. А. (ред.). Проблема окружающей среды в мировой экономике и международных отношениях. М., 1976.
- Одум Ю. Основы экологии. М., 1975.

- Парсон Р. Природа предъявляет счет. М., 1969.
- Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., 1961.
- Перельман А. И. Геохимия элементов в зоне гипергенеза. М., 1972.
- Перельман А. И. Геохимия биосферы и ноосферы. — В кн.: Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
- Перельман А. И. Биокосные системы земли. М., 1977.
- Посохов Е. В. Химическая эволюция гидросферы. Л., 1981.
- Правдин Л. Ф. Леса будущего. М., 1971.
- Прасолов Л. И., Розов Н. Н. Распределение мирового земледелия по типам почв. — Почвоведение, 1947, № 6.
- Природа и общество. М., 1968.
- Ретеюм А. Ю. О геокомплексах с односторонним системообразующим потоком вещества и энергии. — Изд. АН СССР. Сер. геогр., 1971, № 5.
- Родзевич Н. Н., Пашканг К. В. Охрана и преобразование природы. М., 1979.
- Розанов Б. Г. Почвенный покров земного шара. М., 1977.
- Розов Н. Н., Строганова М. Н. Почвенный покров мира. М., 1979.
- Розов Н. Н., Шувалов С. А. Почвы СССР и резервы для расширения земледелия. — В кн.: Земельные ресурсы СССР и вопросы их сельскохозяйственного использования. М., 1973.
- Рябчиков А. М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М., 1972.
- Рябчиков А. М. (Ред.). Круговорот вещества в природе и его изменение хозяйственной деятельностью человека. М., 1980.
- Рябчиков А. М., Саушкин Ю. Г. Современные проблемы исследования окружающей среды. — Вестн. Моск. ун-та. Сер. геогр., 1973, № 3.
- Рыжова И. М. Экспериментальное изучение и математическое моделирование круговорота азота в травяной экосистеме. Автореф. канд. дис. М., 1980.
- Сватков Н. М. Основы планетарного географического прогноза. М., 1974.
- Советский национальный комитет МГД. Мировой водный баланс и водные ресурсы земли. Л., 1974.
- Соколов М. С., Стрекозов Б. П. Последовательность и некоторые принципы нормирования пестицидов в почве. — Химия в сельск. хоз-ве, 1975, № 7.
- Спенглер О. А. Слово о воде. Л., 1980.
- Стихийные бедствия. М., 1978.
- Сукачев В. Н. (Ред.). Основы лесной биогеоценологии. М., 1968.
- Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем. М., 1981.
- Тихомиров Ф. А. Действие ионизирующих излучений на экологические системы. М., 1972.
- Уатт К. Экология и управление природными ресурсами. М., 1971.
- Уоллворт К. Нарушенные земли. М., 1979.
- Уорд Б., Дюбо Р. Земля только одна. М., 1975.
- Федоров В. Д., Гильманов Т. Г. Экология. М., 1981.
- Федоров Е. К. Взаимодействие общества и природы. Л., 1972.
- Федоров Е. К. От описания к проектированию природы. — В кн.: Общество и природная среда. М., 1980.

- Федосеев П. Н. Единство и взаимодействие естественных и общественных наук. — Коммунист, 1982, № 7.
- Шипунов Ф. Я. Организованность биосферы. М., 1980.
- Шошин А. А. Основы медицинской географии. М.—Л., 1962.
- Эренфельд Д. Природа и люди. М., 1973.
- Ambroggi R. P. Water under the Sahara. — Sci. Amer., 1966, vol. 214.
- Antoine S. Keep the future options open. — Mazingira, 1977, N 2.
- Arvill R. Man and environment. Harmondsworth (England), Penguin, 1967.
- Baes C. F., Goeller H. E., Olson J. S., Rotty R. M. The global carbon dioxide problem. Oak Ridge Nat. Lab. Publ. N 5194, Oak Ridge, Tennessee, 1976.
- Ballod K. Wiewiel Menschen kann die Erde ernahren. — Schmollers Jahrbuch fur Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft, 1912, Bd 34, Tl. 2.
- Baumgartner A., Reichel E. Die Weltwasserbilanz. Munich, Oldenburg, 1975.
- Bennett H. H. Soil conservation. N. Y., 1939.
- Berg A. The nutrition factor. Washington, 1973.
- Biswas A. K. History of hydrology. Amsterdam—London, 1970.
- Biswas A. K. (Ed.). Models for water quality management. McGraw—Hill Intern. Book Co., 1981.
- Biswas A. K. Global future studies: review of past decade. Mazingira, 1982, vol. 6, N 1.
- Biswas M. R., Biswas A. K. Environment and sustained development in the third world: a review of the past decade. The Third World Quarterly, 1982, vol. 4, N 3.
- Black J. D. Biological conservation. N. Y., McGraw—Hill, 1954.
- Bolin D. Global ecology and man. Proc. of the World Climate Conf., WMO, N 537. Geneva, 1979.
- Bolin B. et al. The global carbon cycle. SCOPE, 13. N. Y., 1979.
- Borgstrom G. The hungry planet. N. Y., 1968.
- Brubaker S. To leave on earth: man and his environment in perspective. Baltimore and London, 1972.
- Bull D. Aggravating problem: pesticides and the poor of the third world. L., 1982.
- Buringh, Van Heemst H. J. D., Staring G. J. Computation of the absolute maximum food production of the world. Adric. Univ. Wageningen, 1975.
- Carr D. E. Death of the sweet waters. N. Y., 1971.
- Carson R. Silent spring. Boston, 1962.
- Curry-Lindahl K. Conservation for survival. New York, W. Morrow and Co., Inc., 1972.
- Deldago M., Tomago J. Situacion de la demanda y des los recursos mundiales de energia asta el ano 2000. — Energ. Nucl., 1972, vol. 16, N 76.
- Dregne H. E. Desertification in the Americas. Trans. 12-th Int. Congr. Soil Sci., vol. 4, New Delhi, 1982.
- Dudal R. Arable land. — In: Annual report of the Institute for land reclamation and improvement. Wageningen, 1969.
- Dudal R. Land resources for agricultural development. Trans. 11-th Int. Congr. Soil Sci., vol. 2, Edmonton, 1978.
- Earthscan. Life at the margin: the need for third world rural development. N 18, 1979.

- Eckholm E. Desertification: a world problem. — *AMBIO*, 1975, vol. 4, N 4.
- Eckholm E. *Down to earth*. N. Y.—L., 1982.
- Eckholm E. *Losing ground*. New York, W. W. Norton and Co., Inc., 1976.
- Eckholm E. *The picture of health*. N. Y., 1977.
- Erlich P. *The population bomb*. N. Y., 1968.
- Erlich P. Eco-catastrophe. «*Ramparts*», 1969, 24—28 September.
- Faris N. E. C., Dunham H. W. *Mental disorders in urban areas: an ecological study of schizophrenia and other psychoses*. Chicago, 1939.
- Foerster H. V., Mora P. M., Amiot L. W. Doomsday: Friday 13 November, A. D. 2026. — *Science*, 1960, vol. 132.
- Fukushima M. Environmental pollution by cadmium and its health effects: an epidemiological approach to the «itai-itai» disease. — In: *New methods in environmental chemistry and toxicology*. Tokyo, 1973.
- Gischler C. E. *Present and future trends in water resources development in the Arab countries*. Paris, UNESCO, 1976.
- Giantz M. H. *The politics of natural disasters*. New York, Praeger, 1976.
- Häfner H., Reimann H. Spatial distribution of mental disorders in Mannheim. — In: *Psychiatric epidemiology*. L., 1970.
- Hare F. K. Is the climate changing? — *Mazingira*, 1977, N 1.
- Hare F. K. The planetary environment. — *The Geogr. Journal*, 1980, vol. 146, N 3.
- Heimann H. Effect of air pollution on human health. — In: *Air pollution*. Geneva, WMO, Monograph Series N 46, 1961.
- Holman J. N. The sediment yield of major rivers of the world. — *Water Resources Research*, 1968, vol. 4, N 4.
- Holmes A. *Principles of physical geology*, 1965.
- Howe G. M. (Ed.). *A world geography of human diseases*. N. Y.—L. — San Francisco, 1977.
- Hubbert M. K. The energy resources of the earth. — *Sci. Amer.*, 1971.
- International Labour Organization. *Employment, growth and basic needs*. Geneva, 1977.
- Jackson W. (Ed.). *Man and the environment*. Dubuque, Iowa, 1971.
- Jelliffe D. B. Tropical problems in nutrition. — *Annals of Intern. Medicine*, 1973, vol. 79, p. 701.
- Judson S. Erosion of the land. In: *Focus in environmental geology*. N. Y., 1973.
- Kellogg Ch. E., Orvedall A. C. Potentially arable soils of the world and critical measures for their use. — *Adv. Adron.*, 1969, vol. 21.
- Kellogg W., Schwart R. *Climate change and society*. Colorado, 1981.
- Labeiri V. *L'ecologie contre les nuisances pour la conservation de la nature*. Paris, 1974.
- Leithead C. S., Lind A. R. Heat stress and heat disorders. L., 1964.
- Lipton M. Why poor people stay poor: urban bias in world development. L., 1977.

- Maré de, L. Resources and needs: assessment of the world water situation. UNWC, Input for topic 1, Lund, Sweden, 1976.
- Meadows D. H., Meadows D. L. et al. The limits of growth. N. Y., 1972.
- Mellor I. W. The agriculture of India. — *Sci. Amer.*, 1976, September.
- Milbauer B., Leinwand G., Hunger N. Y. Pocket Book, 1971.
- Molinier R., Vignes P. *Ecologie et biocénologie*. Geneva, 1971.
- Murdoch W. W. (Ed.). *Environment, resources, pollution and society*. Stamford, Conn, 1971.
- Oden S. The acidity problem — an outline of concepts. — *Water, Air and soil Pollution*, 1976, vol. 6, N 2—4.
- Paddock W., Paddock P. *Famine*. Boston, 1967.
- Pawley W. H. In the year 2070 — *Ceres*, 1971, vol. 4, N 4.
- Pitts J. N., Metcalf R. L. (Eds.). *Advances in environmental sciences*, vol. 1. N. Y., 1969.
- Pitts J. N., Metcalf R. L. (Eds.). *Advances in environmental sciences and technology*, vol. 2. N. Y., 1971.
- Report of the United Nations Conference on the Human Environment. A/CONF. 48/14/Rev. 1. New York, UN, 1973.
- Revelle R. The resources available for agriculture. — *Sci. Amer.*, 1976, vol. 235, N 3.
- Robertson H. E., Riddel W. A. Cyanosis of infants produced by high nitrate concentration in rural waters of Saskatchewan. — *Canad. J. Publ. Health*, 1949, vol. 40.
- Robinson E., Robbins R. Atmospheric background concentration of carbon dioxide. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1970, vol. 174, N 1.
- Rozanov B. G. Assessing, monitoring and combating desertification. *Trans. 12-th Int. Congr. Soil Sci.*, vol. 4, New Delhi, 1982.
- Scientific Committee on Environment Problems. *Man's impact on the global environment*. Cambridge, Massachusetts, 1970.
- Schmidt P., Knotek Z. Epidemiological evaluation of nitrates as ground water contaminants in Czechoslovakia. *Proc. 6-th Inter. Water Pollut. Res. Congr.*, San Francisco, 1970.
- Schonbour W. *Der natürliche Kreislauf der Stoffe*. — *Umschau*, 1972, Bd 2, N 20.
- Sonntag C., Klitzsch E., Löhnert E. P., El-Shazly E. M. et al. Paleoclimatic information from Deuterium and Oxygen-18 in Carbon-14-dated North-Saharan ground waters. — In: *IAEA. Isotope Hydrology*, vol. 2. Vienna, IAEA, 1979.
- Strahler Artur N., Strahler Alan N. *Introduction to environmental science*. Santa Barbara, California, 1974.
- Takken W., Weiss W. The sterile insect technique for control of Tsetse flies in Africa. — *IAEA Bull.*, 1978, vol. 20, N 3.
- Toiba M. K. *Development without destruction*. Dublin, Tycooly Int. Publ. Ltd., 1982.
- Turk A., Turk J., Wittes J. T., Wittes R. *Environmental sciences*. Philadelphia—London—Toronto, 1974.
- United Nations. *Statistical Yearbook*, 1977. N. Y., UN, 1978. :
- United Nations. *World statistics in brief*. N. Y., UN, 1978.
- UNEP. *The state of the environment*, 1974. Nairobi.
- UNEP. *The state of the environment*, 1975. Nairobi.
- UNEP. *The state of the environment*, 1976. Nairobi.
- UNEP. *The state of the environment*, 1977. Nairobi.

- UNEP. The state of the environment, 1978. Nairobi.
- UNEP. The state of the environment, 1979. Nairobi.
- UNEP. The state of the environment, 1980. Nairobi.
- UNEP. The state of the environment, 1981. Nairobi.
- UNWC. Resources and needs: assessment of the world water situation. E/CONF. 70/CBP/1. N. Y., 1976.
- Ursic S. J. Run-off in North Mississippi. Proc. of the federal interagency sedimentation conf. 1963. U. S. Dept. of Agric. Misc. Publ. N 970. U. S. Gov. Print. Office, Washington, 1965.
- U. S. National Academy of Sciences. Energy and climate. Washington, 1977.
- Watt K. E. F. Ecology and resource management. Toronto—London—Sydney, 1968.
- Williams J. (Ed.). Carbon dioxide, climate and society. Oxford, 1978.
- Wolff G. D. Only malaria more common than bilharsiasis — Asahi Evening News, 1975, N 6783.
- World Bank. Rural development. Washington, 1975.
- World Health Organization. World Health Statistics Report, 1968, vol. 21.
- World Meteorological Organization. Environment health criteria. 5: nitrates, nitrites and N-nitroso compounds. Geneva, WMO, 1977.
- Zimen K. E. The global cycle, the missing sink, and future CO₂ levels in the atmosphere. — In: Bach W. et al. (Eds.). Man's impact on climate. Amsterdam, 1979.

Оглавление

Предисловие	3
Введение. Учение об окружающей среде	5
Часть I. Человек и среда его обитания	16
Глава 1. Компоненты окружающей среды	16
Глава 2. Взаимодействие человека с окружающей средой	43
Глава 3. Технобиогеохимия окружающей среды	77
Глава 4. Санитария и гигиена окружающей среды	110
Часть II. Современные проблемы окружающей среды	175
Глава 5. Проблема населения и поселений	175
Глава 6. Проблема питания	196
Глава 7. Проблема производства, технологии и отходов	206
Глава 8. Проблема воды и водных ресурсов	221
Глава 9. Проблема земельных ресурсов	248
Глава 10. Экологические проблемы сельского хозяйства	275
Глава 11. Проблема транспорта	294
Глава 12. Проблема энергии	301
Глава 13. Проблема литосферы	311
Глава 14. Проблема атмосферы	317
Глава 15. Проблема морей и океана	335
Глава 16. Проблема лесов и опустынивания	339
Заключение. Управление окружающей средой	356
Литература	364

Борис Георгиевич Розанов
ОСНОВЫ УЧЕНИЯ
ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Зав. редакцией Н. М. Глазкова
Редактор Н. А. Жук
Переплет художника
В. К. Кузнецова
Художественный редактор
Б. С. Вехтер
Технический редактор
Е. Д. Захарова
Корректор М. И. Эльмус

КБ № 37—26—84
ИБ № 2133

Сдано в набор 21.06.84.
Подписано к печати 29.10.84
Л-77025 Формат 84×108/32
Бумага тип. № 1
Гарнитура литературная. Высокая печать.
Усл. печ. л. 19,74 Уч.-изд. л. 20,71
Тираж 5000 экз. Заказ 429
Цена 1 руб. Изд. № 2725

Ордена «Знак Почета»
издательство Московского университета
103009, Москва, ул. Герцена, 5/7.
Типография ордена «Знак Почета»
изд-ва МГУ,
119899, Москва, Ленинские горы