

Глава 6. Глобальные проблемы.

6.1 Проблемы цивилизации.

Сложилась парадоксальная ситуация: мировая цивилизация достигла поразительных высот и в то же время оказалась на краю пропасти. К общепланетарным проблемам относятся: бурный рост населения; обострение энергетического кризиса; нехватка продовольствия и нищета в слаборазвитых странах; эскалация этнических конфликтов и малые войны; возникновение эпидемий; разгул бандитизма и терроризма; религиозные конфликты; кризис культуры, нравственности, семьи; экологические проблемы регионального и глобального уровней и т. д.

Экологические проблемы в современном мире вышли на первое место. Получив неограниченную власть над природой, люди варварски используют ее. «Сегодня угроза выживанию пришла со стороны окружающей природной среды, быстро деградирующей под натиском человеческой деятельности», - сказал генеральный секретарь Конференции ООН по охране окружающей среды и развитию (КОСР) Морис Стронг на ее открытии в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. Ресурсы планеты иссякают. Катастрофически быстро загрязняются воздух и вода. Превращаются в пески плодородные земли. На глазах сокращаются площади лесов. На планету буквально «вываливаются» горы отходов; человек провоцирует природные катастрофы.

Возможное потепление, истощение озонового слоя, кислотные дожди, «цветение» водоемов, накопление токсичных и радиоактивных отходов представляют угрозу для выживания. Конечно, есть страны, для которых эти проблемы не столь остры. Но, в целом, все человечество озабочено ими, и поэтому они являются глобальными.

Однако во многих государствах до проблем охраны окружающей природной среды просто не доходят руки. Американский эколог Дж. Холлиман пишет: *«Там, где эндемична массовая безработица, свирепствуют болезни и нужда, а растущее народонаселение рвет общество по швам, на охрану природной среды будут смотреть как на роскошь, которую могут позволить себе те, кто стоит на верхней ступени лестницы прогресса».*

Комплекс экологических задач настолько объемен и различен в разных регионах мира, что найти стандартные или легкие решения невозможно. Попытаемся обрисовать основные проблемы, которые носят общепланетарный характер и касаются всех людей.

Угроза ядерной войны тоже носит экологический характер, и вызывает особую тревогу. К сожалению, вся история развития человечества - это страшная история военных действий. Подсчитано, что в период с 1900 по 1938 г. было 24 войны, а с 1946 по 1979 г. - уже 130.

В наполеоновских войнах погибло 3,7 млн человек, в первой мировой - 10 млн, во второй - около 55 млн, а за все войны XX века - свыше 100 млн человек. Ныне на планете накоплены тысячи ядерных боезарядов, суммарная мощность которых в миллион раз превосходит мощность бомбы, сброшенной на Хиросиму. Сегодня международный политический климат смягчился, однако, Великобритания, Франция и Китай, приветствуя планы США и России по сокращению ядерных арсеналов, сами не спешат включиться в процесс разоружения. И хотя арсеналы этих стран невелики, но хранящихся у них ядерных бомб вполне достаточно, чтобы превратить планету в безжизненную пустыню. Кроме того, существует угроза географического расползания ядерного оружия, в том числе в связи с распадом СССР. Можно представить, какие последствия будет иметь «обычная» неядерная война, когда лишь в Европе насчитывается около 150 атомных станций с 200 энергоблоками. Хиросима служит грозным напоминанием: ядерная война - это самоубийство. Последствия такой войны - не только гибель всего живого, но и изменение климата, циркуляции воздушных и водных масс, состава атмосферы, т. е. деградация биосферы в целом. Произойдет замутнение атмосферы, затемнение планеты («ядерная ночь»). Поверхность охладится на десятки градусов, наступит «ядерная зима», после которой придет черед «ядерного лета», т. е. стойкого повышения температуры. По всей вероятности, произойдет разрушение озонового слоя. Таким образом, геофизические и экологические последствия ядерной войны могут оказаться не менее страшными, чем прямое действие оружия. Даже если часть человечества спрячется глубоко под землей, выйдя на поверхность, люди увидят изуродованную планету и окажутся без шансов на выживание.

Конечно, можно не верить таким прогнозам. Но, увы, испытания ядерного оружия доказывают их вероятность. Поэтому крайне необходимо мирное урегулирование региональных конфликтов в «горячих точках» планеты, так как они не только приводят к человеческим жертвам и «пожирают» материальные ресурсы, но и чреваты опасностью перерастания в столкновения глобального масштаба с использованием ядерного, химического и бактериологического оружия. Мировое сообщество должно найти пути решения этих проблем.

6.2. Энергетические проблемы

Казавшиеся неистощимыми такие источники энергии, как нефть, газ, уголь, тают буквально на глазах.

Ископаемое топливо при современных объемах энергопотребления, по разным оценкам, в среднем иссякнет приблизительно через 150 лет, в том числе нефть - через 35, газ - через 50, уголь - через 400 лет. Освоение новых месторождений становится все более трудным: за ними приходится идти все дальше на север и восток, устремляться все глубже в недра Земли. Понятно, что стоимость их разработки повышается. Грозит ли людям

энергетический голод? Анализ показывает, что катастрофы можно избежать, если не повторять ошибок прошлого и искать [альтернативные источники энергии](#).

Нефть и газообразное топливо - основа современной энергетики. В развитых странах его используют на 60 %, а в развивающихся - на 40 %. В начале 70-х гг. разразился энергетический кризис. Страны Ближнего Востока, владевшие 37 % мировой добычи нефти, резко подняли на нее цены. С 1973 по 1981 г. они подскочили в 5 раз, что вызвало шок на Западе. Но нефтяной кризис заставил сработать обратную связь, что принесло определенную пользу. Были приняты активные меры. В первую очередь это касалось [экономии нефти и энергии](#) вообще, даже в бытовых мелочах.

Уголь - наиболее распространенный на планете энергоноситель. Его запасы оцениваются в 7 трлн т. Только разведанных месторождений (300 млрд т) хватит на несколько веков. Может быть, в угле будущее мировой энергетики? Мнения разные. Так, эксперты Института всемирных наблюдений (США) считают, что экологический кризис нарастает такими же темпами, как использование угля. Лидеры угольной энергетики (Китай, США, СНГ) являются одновременно и главными загрязнителями атмосферы. На долю США приходится 26 % выброса углерода в атмосферу, а на долю СНГ - 19 % (больше, чем на всю Западную Европу). Теплоэлектростанции (ТЭС), работающие на угле, дают в среднем 10 - 25 кг вредных выбросов на 1 кВтч. Тем не менее в США принята дорогостоящая программа, по которой до 2000 г. предполагается построить ТЭС на угле общей мощностью 150 млн кВт, но с почти тотальной очисткой выбросов. То же придется делать и России, так как пока угольные станции дают более половины всей электроэнергии. Сторонники угольной энергетики связывают надежды с переработкой угля в синтетические жидкие топлива, газ и полукокс. В ЮАР уже налажено производство таких продуктов - около 3 млн т в год. В России же, к сожалению, все меньше обращают внимание на развитие угольной промышленности. В годы перестройки угольная промышленность была отброшена на уровень 1970 г., хотя и остается жизненно важной отраслью энергетики.

Ядерная энергетика вызывала мало опасений до [чернобыльской трагедии](#). Но и теперь, несмотря на протесты, остается много сторонников использования этого топлива. Ископаемое топливо порождает экологические проблемы, альтернативные источники ограничены, концентрировать солнечную энергию пока слишком дорого и, за редким исключением, нерентабельно. Поэтому многие считают, что удовлетворить растущие потребности может только ядерное топливо. Судьба его зависит от того, в какой степени удастся обеспечить безопасность и примирить людей с работой атомных электростанций (АЭС). В Японии, например, уровень техники безопасности столь высок, что крупнейшая в мире АЭС Фукусима построена в сейсмоопасной зоне (до 10 баллов). Япония вообще стала

лидером наращивания мощностей АЭС: из 23 строящихся в мире станций в 1991 г. 12 было в Японии. Решительно внедряют ядерное топливо французы. В Германии бунтующее против АЭС население зазывает на станции, чтобы показать надежность систем безопасности. Сейчас в мире 400 блоков АЭС, они дают уже 20 % всей энергии

Чернобыльская катастрофа расколола мировое общественное мнение. Группа стран склонна совсем отказаться от АЭС. Швеция предполагает закрыть свои 6 станций к 2000 г., Австрия так и не ввела в строй свою единственную АЭС. Кокой же путь выбрать? Наша страна склонна следовать путем большинства развитых стран, т. е. использовать весь арсенал усиления безопасности АЭС. Многие считают, что мы вынуждены будем в ближайшие 30 - 50 лет продолжать использование атомной энергии, чтобы не превратиться в слаборазвитую страну.

Очень важен выбор площадок для строительства АЭС. Так, например, Армянская АЭС, построенная в 25 км от Еревана, в сейсмоопасном районе, конечно, представляет большую угрозу. Страшно представить, что могло бы произойти, если бы эпицентр армянского землетрясения в 1988 г. находился на несколько десятков километров ближе к АЭС.

Будущее, вероятно, принадлежит тем странам, которые вкладывают достаточные средства в разработку энергосберегающих технологий и альтернативных источников энергии. Примером могут служить лидеры перестройки энергетики - Япония и Швеция.

6.3. Демографическая и продовольственная проблемы.

Население планеты постоянно растет. Сегодня эта проблема волнует и демографов, и социологов, и экономистов, и экологов, и политиков.

Рост населения в значительной мере определяет будущее планеты: растет население - растут потребности, иссякают природные ресурсы, повышается нагрузка на биосферу.

В 1970 г. прирост населения Земли составил 1,8 %, но в 80-х гг. ежегодный прирост упал до 1,7 % (в абсолютных цифрах он уменьшился на сотни миллионов человек). Это соответствует теории демографического перехода, разработанной в 1945 г. Ф. Ноутстойном, согласно которой есть три стадии роста населения, определяемые экономическим и социальным развитием.

Для первой стадии характерны высокие рождаемость и смертность. Эта стадия практически пройдена всем человечеством. Во второй стадии рождаемость остается высокой, а смертность снижается (развитие экономики, прогресс здравоохранения). На этой стадии численность населения быстро увеличивается - большинство развивающихся стран находятся в этом периоде. На третьей стадии показатели рождаемости снижаются, одновременно снижается детская смертность. Меняются экономические и социальные цели общества. Происходит выравнивание

показателей рождаемости и смертности. Эта стадия характерна для развитых стран Европы, США и Японии.

Эксперты ООН считают, что снижение рождаемости в развивающихся странах произойдет после 2000 г., а к 2100 г. население Земли стабилизируется на уровне примерно 11-13 млрд человек. Эта цифра совпадает с прогнозом советского ученого С. Струмилина, сделанным еще в 30-х гг. (рис. 8.2).

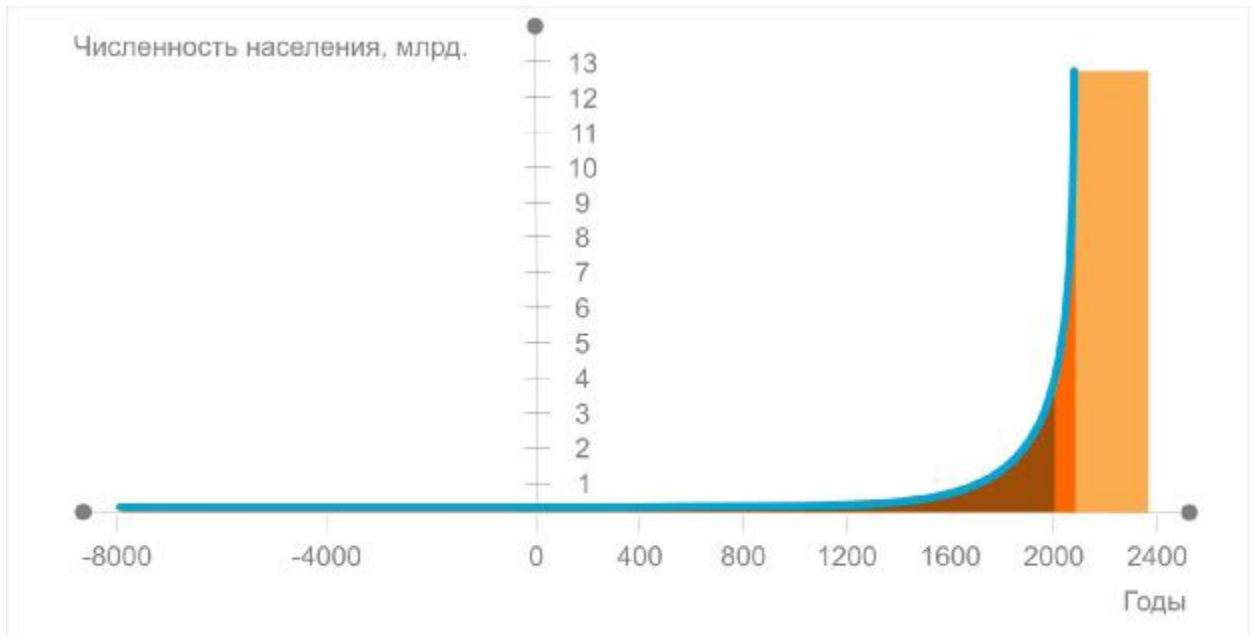


Рис. 8.2. Динамика роста населения за последние 10 000 лет, млрд чел.

Проблема демографического взрыва не является надуманной. В конце XX в. в богатых странах рост населения замедлился; в бедных странах темп роста населения продолжает увеличиваться. Рекордсменом здесь остается Африка, где ежегодный прирост населения составляет в среднем 2,8 % (в 3 раза выше, чем в США), а в Кении он достигает 4,2 %. В Индии прирост населения - 2,5 %, на Ближнем Востоке - 2,0 % в год. По данным Института мировой экономики и международных отношений РАН в ближайшие 15 лет (до 2020 года) ожидается замедление темпов прироста населения Земли – до 0,9% в год (в развивающихся странах – 1,1% в год).

Наблюдается как бы запаздывание сценария «демографического перехода». Бурный рост населения, а с ним нищета, голод, болезни, неграмотность увеличивают людские бедствия в современном мире и могут привести к социальным и политическим взрывам.

Но даже при благополучном «сценарии» демографическая проблема сохранит остроту и в XXI веке. К 2025 г. население слаборазвитых стран составит 84 % всех жителей Земли, в то время как сейчас - около 68 %

Вероятно, лишь отдельные островки в этих странах будут экономически благополучными. Произойдет также «омоложение» мира (уже сейчас в развивающихся странах молодежь составляет почти 60 % населения). Ожидается взлет ислама: с 800 млн мусульман в 1980 г. до 4,4 млрд - в

2100 г., а число христиан увеличится всего с 1,4 до 2,2 млрд человек.

Общество XXI в. будет еще более «городским», а из 5 самых крупных городов мира 3 будут находиться в странах «третьего мира»: Мехико (более 18 млн человек), Сан-Паулу и Калькутта. Такой взрыв скорее всего приведет к «трущобной урбанизации». Все это может обострить контрасты в развивающихся странах. Смягчить демографические проблемы сможет стабилизация численности населения Земли. И некоторые страны уже проводят более или менее жесткую политику регулирования рождаемости: в Китае разрешен один ребенок в семье, в Индии - двое детей. Однако, по данным Международного Банка Реконструкции и Развития (МБРР), решительный поворот к сокращению рождаемости в этих странах могут обеспечить только разумные социальные преобразования: поднятие жизненного уровня, улучшение социального обеспечения, повышение уровня образования и грамотности населения. Так, в одном из штатов Индии, в котором 70 % населения грамотно, прирост населения стал меньше 2 % в год, в то время как в среднем по Индии он превышает 2 %. В странах Средней Азии проблема роста населения также актуальна. В Таджикистане; например, прирост населения составляет более 3 % в год.

Хотя демографические проблемы и глобальны, решение их не может быть стандартным для всех стран.

Проблема голода неизбежно связана с прогрессирующим ростом населения. Зона, где большинство населения страдает от голода и недоедания, протянулась по обе стороны экватора и включает многие страны Азии, Латинской Америки и особенно Африки. Специалисты ООН считают, что число голодающих около 500 млн человек; эксперты МБРР называют более 1 млрд человек.

Еще большее число людей недоедают, т. е. испытывают недостаток в рационе питания необходимых питательных веществ (белков, жиров, витаминов, микроэлементов, солей). Эксперты Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) полагают, что около 50 % детской смертности (до 5 лет) в Латинской Америке связано с плохим питанием. Прослеживается четкая связь между смертностью новорожденных и недостатком в рационе питания населения животных белков. Не лучше продовольственная обстановка и в странах СНГ. Голода пока нет, но дефицит важнейших элементов в питании существует во многих районах бывшего Союза.

Далее рассмотрим экологические проблемы глобального масштаба.

6.4. Парниковый эффект

Некоторые явления в природе заставляют задумываться: не началось ли глобальное потепление? Последние 10 лет были самыми теплыми в XX столетии. Так, 1988 г. побил все рекорды: в Нью-Йорке в течение 40 дней температура не падала ниже 31°C, суровая засуха привела к тому, что в США впервые сбор зерна упал ниже потребностей страны. На Ямайке пронесся страшный ураган, лишив крова 500 тыс.

человек. Муссонные дожди затопили $\frac{2}{3}$ территории Бангладеш - 25 млн людей потеряли жилище. В Антарктиде откололся гигантский айсберг длиной 130 км. Жарко было и в Европе.

Потепление климата связывают с парниковым, или тепличным эффектом (по-английски «эффект гринхауз»). Многие считают, что парниковый эффект уже действует. Чем же это вызвано?

Миллиарды тонн углекислого газа ежечасно поступают в атмосферу при сжигании дров, угля, нефти, газа. Миллионы тонн метана каждый год выделяются при разработках газа и гниении органических остатков. Кроме того, в атмосфере увеличивается содержание водяного пара. Все вместе эти газы и создают парниковый эффект (рис. 8.4).

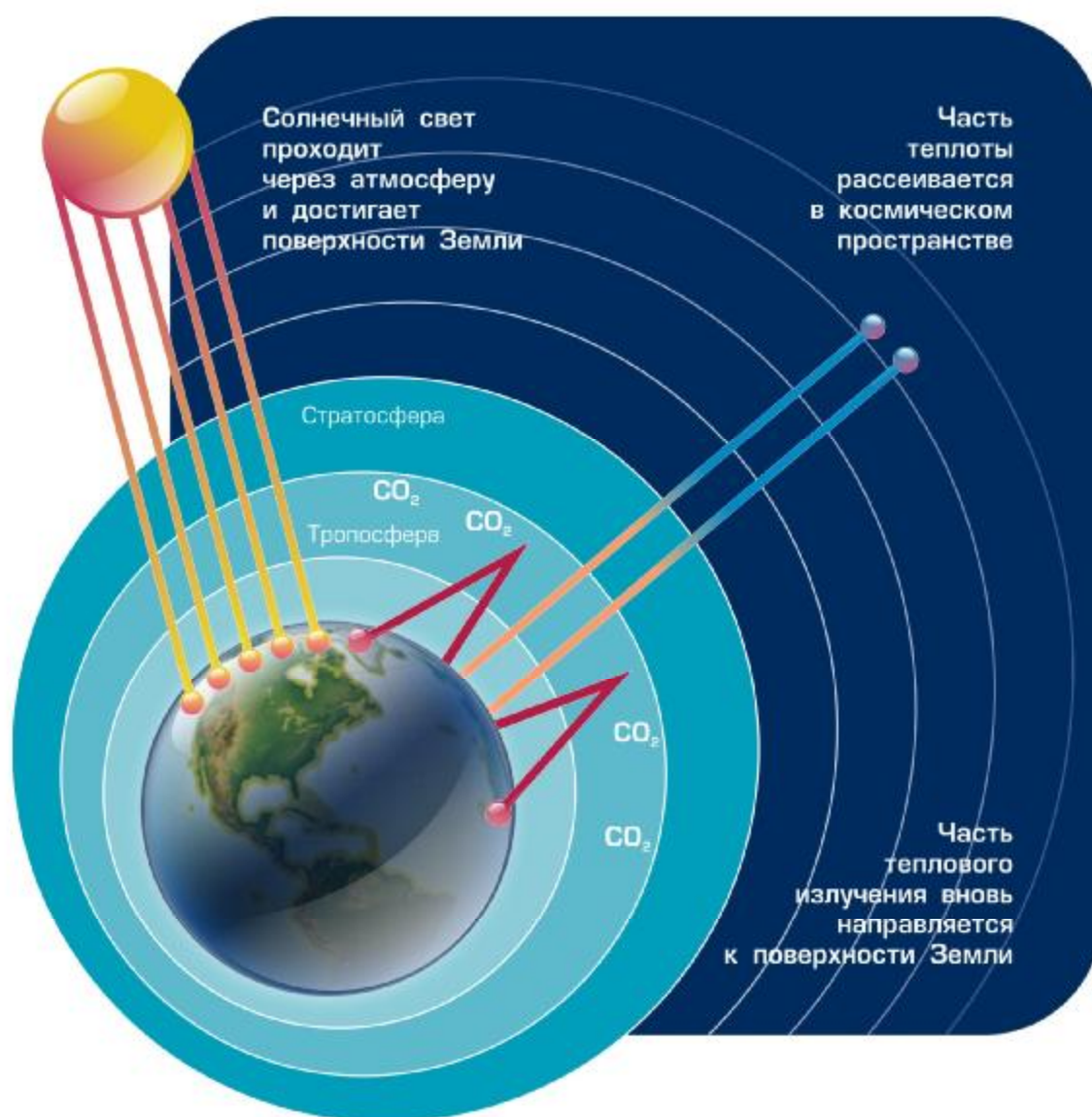


Рис. 8.4. Влияние парниковых газов на тепловой баланс Земли

Как стеклянная крыша в парнике, пропуская солнечную радиацию, не дает уходить теплу, накопившиеся в атмосфере «парниковые газы», задерживая длинноволновое тепловое излучение Земли, не дают уходить теплоте в космос. Солнечный свет, проходя через стратосферу и тропосферу, достигает поверхности Земли. Поглощенная Землей теплота излучается в окружающее пространство. Но только часть тепловых лучей, достигающих стратосферы, рассеивается в космическом пространстве.

Сделать мигающими стрелки и проговорить текст!

По расчетам американских ученых, в 1988 г. в атмосферу ушло 5,5 млрд т углерода от сжигания ископаемого топлива и 2,5 млрд т - от сжигания лесов в Амазонии. Более 40 % выбросов приходится на США и СНГ, к ним приближаются [другие](#) развитые страны.

Энергетический бум 20-го столетия увеличил содержание CO_2 в атмосфере на 25 %, а метана - на 100 %. Если рост добычи и использования топлива будет идти такими же темпами, то к 2010 г. будет выбрасываться около 10 млрд т углерода в год, и концентрация CO_2 в атмосфере значительно возрастет.

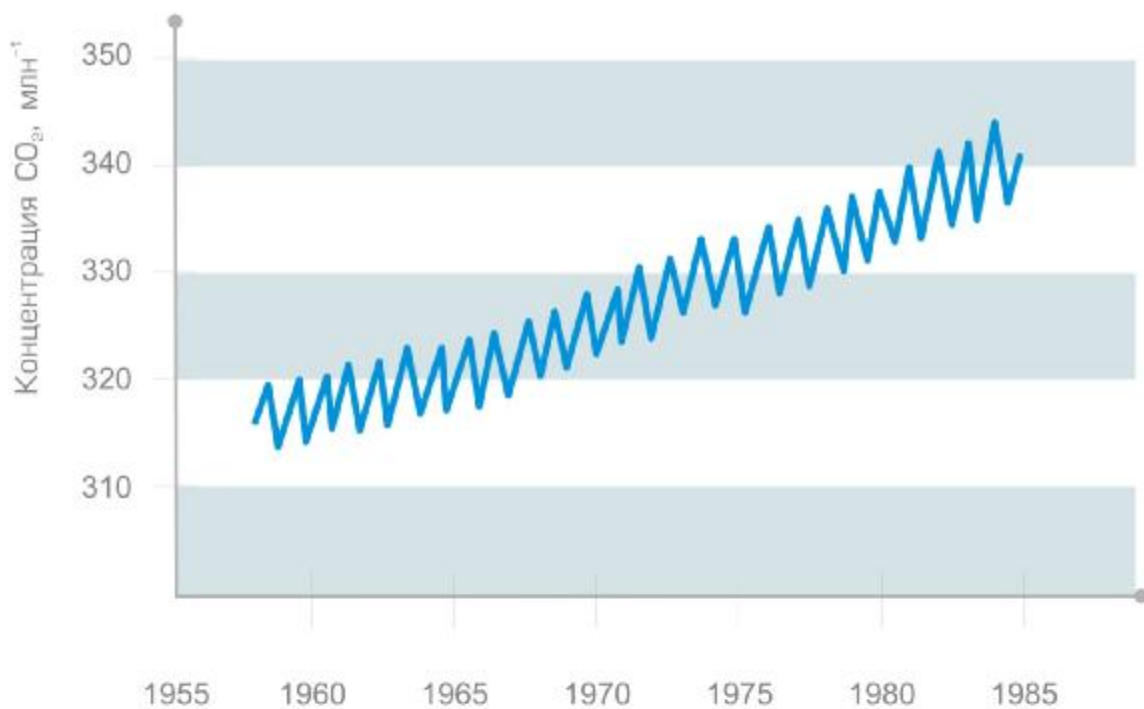


Рис. 8.6. Концентрация CO_2 в атмосфере, по наблюдениям обсерватории на Гавайских островах.

За последние 100 лет потепление на Земле составило 0,5 -0,7 °С: в 1890 г. средняя температура была приблизительно 14,5 °С, а в 1990 г. - 15,0 - 15,2 °С. Большинство ученых считают это следствием парникового эффекта.

6.5. Озоновые дыры

Мы уже говорили, что жизнь сохраняется потому, что вокруг планеты образовался озоновый экран, защитивший биосферу от смертоносных ультрафиолетовых лучей (рис.8.8). Но в последние десятилетия отмечено снижение содержания озона в защитном слое.

Разрушение озонового экрана обнаруживалось каждой весной над Антарктидой с 1975 г. Позже над Северным полюсом было также замечено сокращение озонового столба на 10 %, а над Антарктидой - на 40 % (озоновый столб - это количество озона, через которое ультрафиолетовые лучи должны пройти из верхних слоев атмосферы до поверхности Земли в данном пункте). В защитном озоновом слое появились «дыры».

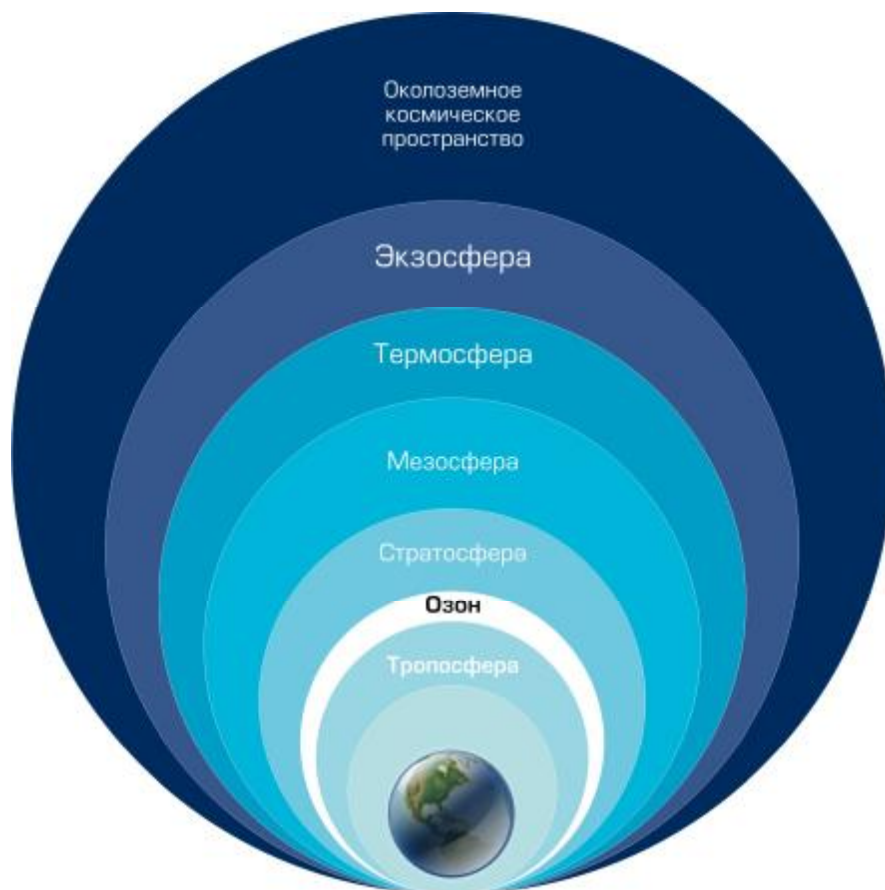
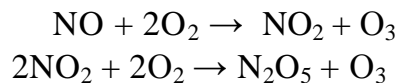


Рис. Накопление озона в стратосфере

Средняя концентрация озона в стратосфере составляет приблизительно 0,0003 %, хотя и колеблется в разных географических областях. Колебания концентрации озона даже до 30 % в одном и том же месте считаются нормальными. Колебания среднего уровня могут достигать 10 % и обусловлены, вероятно, естественными флуктуациями содержания озона. Уменьшение количества озона в результате деятельности человека может оказать влияние на здоровье людей и климат Земли. Так, американские ученые полагают, что каждое уменьшение озонового столба на 1 % приводит к 2 %-ному усилению ультрафиолетовой радиации и 2,5 %-ному учащению случаев заболеваний раком кожи.

Но существуют явления и процессы, которые тормозят разрушение озона или способствуют его образованию. Так, считается, что парниковый эффект приводит к нагреванию атмосферы лишь вблизи поверхности Земли, а в стратосфере - возможно охлаждение, которое замедляет разрушение озона. Метан и оксиды азота (NO, NO₂) в тропосфере способствуют образованию озона. Таким образом, действует комплекс противоположно направленных факторов.

Итак, разрушают озон хлор- и фторзамещенные углеводороды и оксид азота N₂O от сверхзвуковых самолетов, летающих в стратосфере, а также четыреххлористый углерод и метилхлороформ. Образование озона ускоряется NO и NO₂, выделяющимися при сжигании топлива и полетах реактивных самолетов ниже стратосферы:

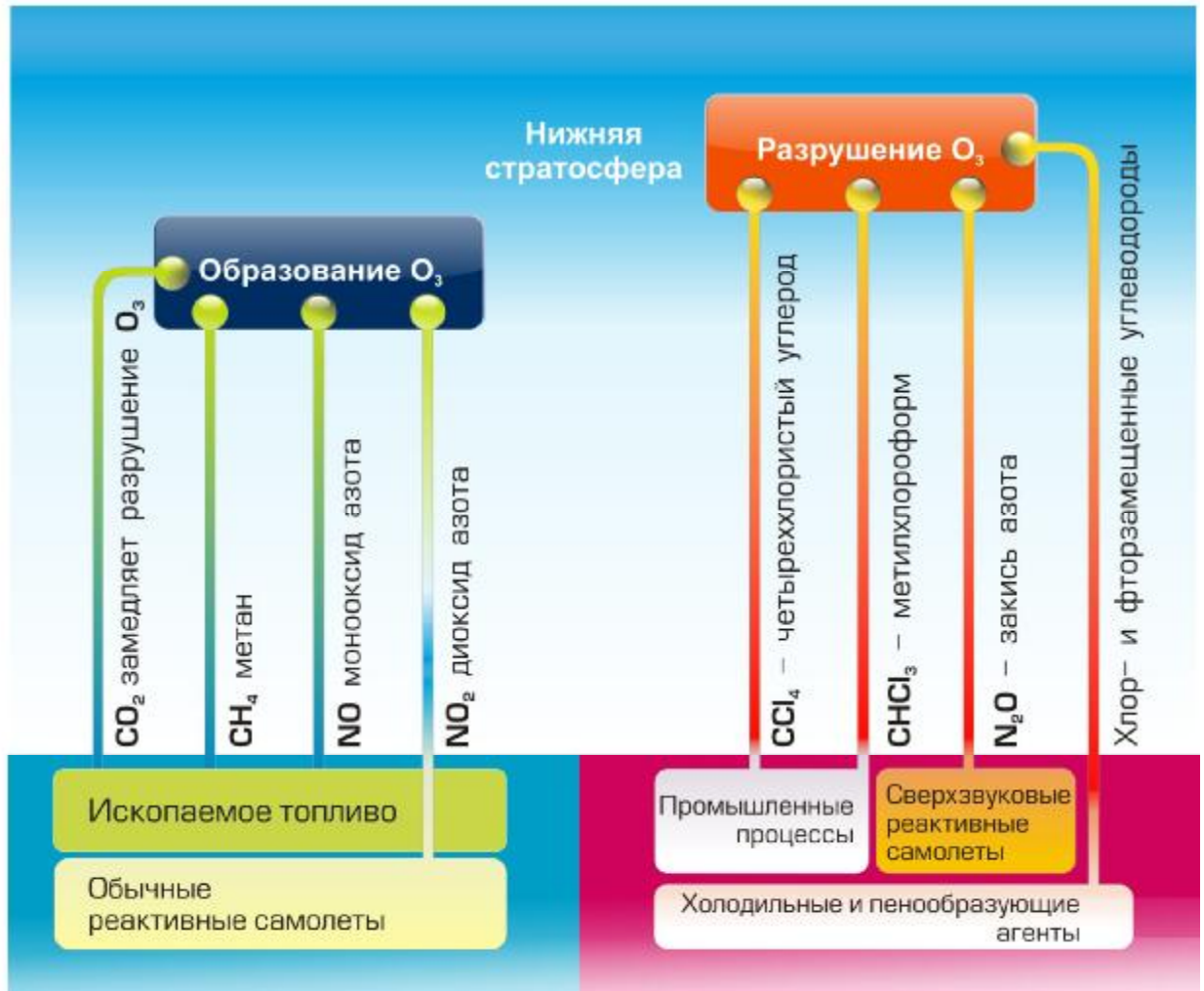


Следовательно, образование озона происходит, главным образом, в тропосфере, а разрушение - в стратосфере (**рис. 8.9**).

Рис. 8.9 Факторы, влияющие на озоновый слой (по П. Ревелль, Ч. Ревелль, 1995)

Верхняя стратосфера

ОЗОНОВЫЙ ЭКРАН



Но Даже если предположить, что эти противоположные процессы компенсируют друг друга, то вследствие перемещения озона из одного

слоя атмосферы в другой могут происходить нарушения естественного равновесия. Последствия этого пока неизвестны. Однако, весьма вероятно, что этим разрушается защитный экран Земли.

6.6. Кислотные дожди

Другим видом загрязнения атмосферы, не признающим государственных границ, являются оксиды серы и азота. Во многих странах (вначале в Скандинавии, а затем в США, Канаде, Северной Европе, Японии и др.) ученые обнаружили, что дождевая вода, казалось бы, самая чистая в природе, содержит большое количество кислот.

Оксиды серы и азота в атмосфере - основная причина кислотных дождей. Предотвращение последствий кислотных дождей - непростая проблема. Оксиды серы поступают в воздух при сжигании ископаемых видов топлива, содержащих серу, первое место среди которых занимает каменный уголь (до 90 %), на втором месте - нефть, значительно уступает им газ. Оксиды азота NO также образуются при сжигании топлива, а дополнительным крупным их источником является автомобильный транспорт (рис. 8.10).

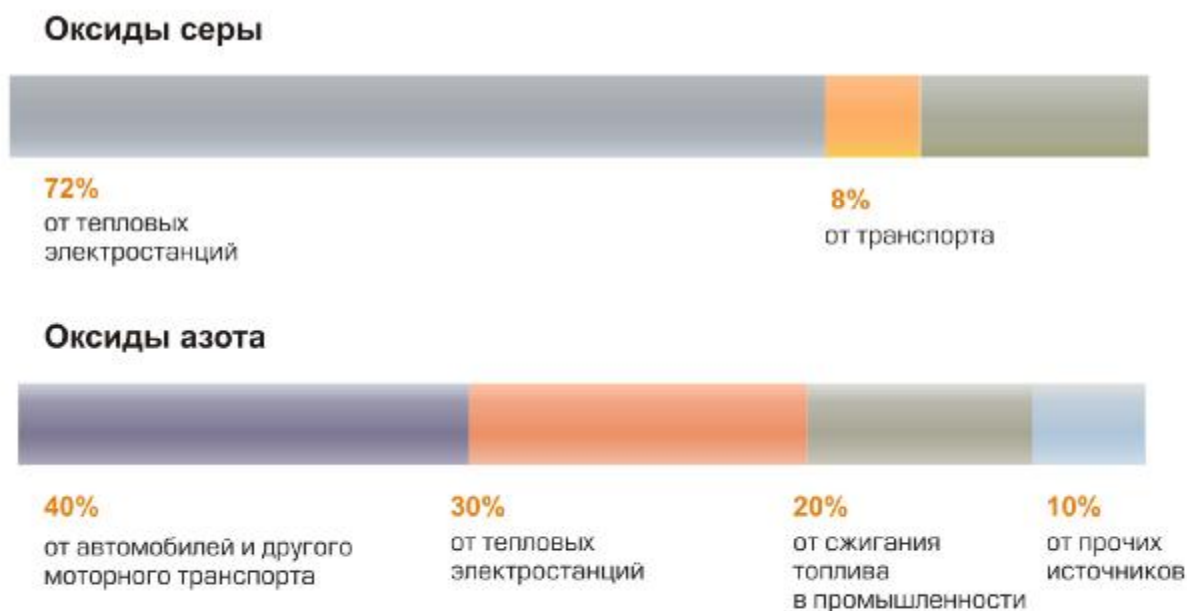
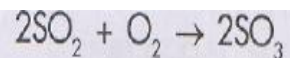


Рис. 8.10, Количество выбросов оксидов серы и азот в атмосферу от различных источников

В 1983 г. тепловые электростанции при сжигании угля и нефти выбросили в атмосферу 16,8 млн т серы, или 87 % всех оксидов серы, выброшенных в том же году. При сжигании угля и нефти образуются два кислородных соединения серы: двуокись и трехокись серы (SO_2 и SO_3). В атмосфере SO_2 окисляется до SO_3 :

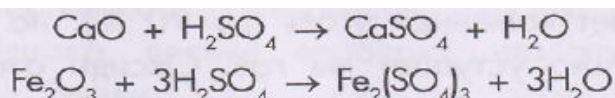


Образовавшаяся трехокись реагирует с водяным паром, образуя серную кислоту:

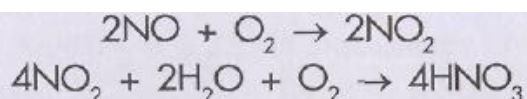


Серная кислота присутствует в воздухе в виде легкого тумана, состоящего из крошечных капель.

При сжигании топлива выбрасываются в атмосферу также оксиды кальция и железа, которые вступают в реакцию с серной кислотой, образуя твердые частички сульфатов кальция и железа:

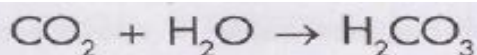


Количество содержащихся в городском воздухе твердых частиц сульфатов и капелек серной кислоты может достигать 20 %. Ветер разносит эти загрязнения за сотни километров от места их выброса, образуются туманы и смоги. Оксиды азота окисляются в воздухе до диоксидов, которые тоже растворяются в капельках воды, образуя азотную кислоту:



Эти две кислоты (H_2SO_4 и HNO_3), а также их соли и обуславливают выпадение кислотных дождей. На растения, почву и воду выпадают также сухие частицы в виде солей.

Естественная дождевая вода имеет слабокислую реакцию ($\text{pH}=6$), так как находится в контакте с CO_2 (естественный компонент атмосферы) и растворяет ее, образуя слабую угольную кислоту:



Однако дожди, выпадающие в Новой Англии, например, имеют иногда $\text{pH}=4$ - весьма необычное явление для дождевой воды. В других регионах мира часто наблюдаются [дожди с pH ниже 4](#).

Европа также страдает от кислотных дождей. Широко распространенное сжигание угля как основного топлива, особенно в Великобритании и Центральной Европе, оказывает [разрушительное воздействие](#) на природные экосистемы.

6.7. Антропогенное эвтрофирование

Одним из проявлений воздействий человека на природную среду является антропогенное эвтрофирование водоемов (гр. *trophe* - пища, *eu* - хороший, избыточный).

Трофность водоемов как термин был введен в 1921 г. немецкими гидробиологами А. Тинеманом и Э. Науманом для обозначения способности водоемов фотосинтезировать органическое вещество как основу кормовой базы для рыб. Впоследствии термином стали пользоваться для обобщенной характеристики и классификации водных экосистем. Выделяют три степени трофности водоемов. **Дистрофные** (гр. *dys*- отсутствие, отрицание) водоемы характеризуются превышением скорости деструкции органических веществ над скоростью фотосинтеза: $V_{\text{фот}}/V_{\text{дестр}} < 1$

Олиготрофные (гр. *oligo* - бедный) водоемы имеют сбалансированные скорости продукционно-деструкционных процессов: $V_{\text{фот}}/V_{\text{дестр}} \approx 1$. В **эвтрофных** водоемах наблюдается цветение водорослей и накопление органических веществ, так как скорости продукции превышают скорости деструкции: $V_{\text{фот}}/V_{\text{дестр}} > 1$.

Между этими градациями выделяют промежуточные: ультраолиготрофные - между дистрофными и олиготрофными и мезотрофные - между олиготрофными и эвтрофными. Постепенный переход водоема из дистрофного или олиготрофного состояния в эвтрофное называется эвтрофированием. Эвтрофирование может происходить естественным путем и в результате деятельности человека - антропогенное эвтрофирование. Естественный процесс длится сотни и тысячи лет. [Причины антропогенного эвтрофирования](#) - большое поступление в водоемы питательных веществ со сточными водами и поверхностным стоком.

Наиболее [очевидным проявлением](#) антропогенного эвтрофирования является массовое развитие микроскопических планктонных водорослей, обитающих в толще воды - фитопланктона, и высшей водной растительности.

Антропогенное эвтрофирование ведет к вторичному загрязнению воды и нарушению всех видов водопользования (рис. 8.14). Прежде всего, из-за засорения фильтров, водоприемных устройств, трубопроводов массой водорослей требуется их промывка, что серьезно затрудняет водоснабжение. Повышение уровня трофности сопровождается изменением состава фитопланктона: начинают преобладать синезеленые водоросли (90 - 95 % от общей численности фитопланктона). Некоторые виды этих водорослей придают воде неприятный запах и вкус, могут выделять токсичные вещества. При отмирании водорослей в местах их массового скопления поглощается кислород и возникают заморные явления.

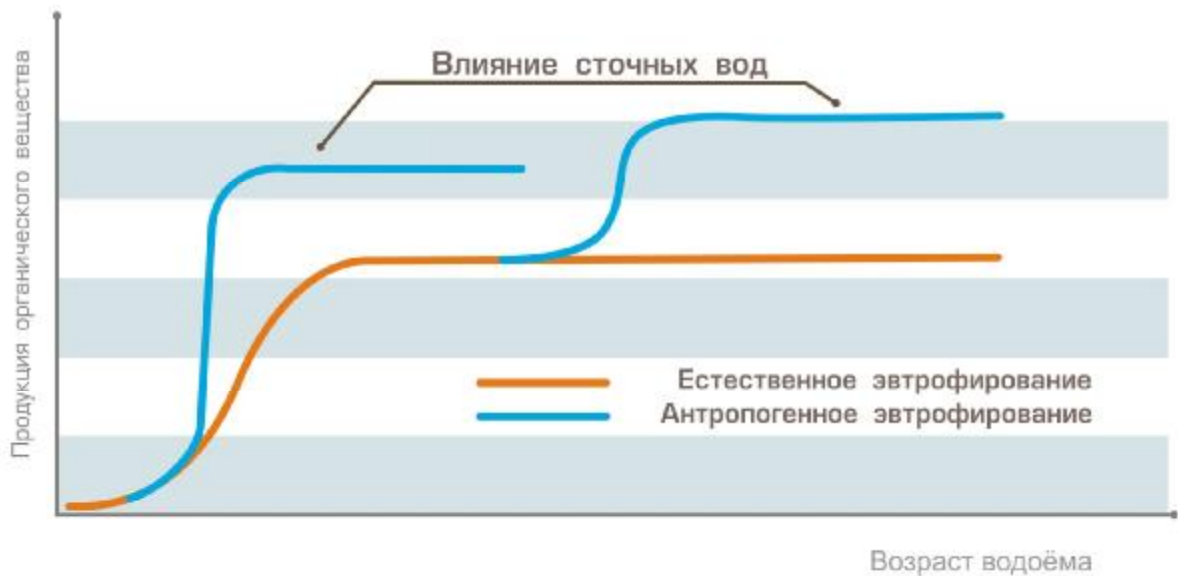


Рис. 8.14. Влияние сточных вод на процесс эвтрофирования (по Е. В. Неверовой, 1988)

Серьезные нарушения вызывает интенсивное зарастание прибрежных мелководий высшей водной растительностью. Зарастания затрудняют водопользование и рыбный промысел, воздействуют на динамику вод: уменьшают скорость береговых течений, гасят волновые движения, увеличивают седиментацию, нарушают водообмен. Органические остатки на мелководьях могут вызывать процессы гниения и брожения, сопровождающиеся выделением дурнопахнущих продуктов разложения. В случае рекреационного использования водоемов к отрицательным последствиям цветения и зарастания следует добавить снижение эстетических достоинств ландшафтов. При разложении водорослей в воде увеличивается концентрация свободной углекислоты, аммиака, сероводорода, восстановленных соединений железа, марганца и других веществ. Это приводит к резкому ухудшению качества питьевой воды, иногда делает ее токсичной. В водопроводной сети выпадает осадок гидроксида железа. Увеличивается агрессивность воды относительно бетона, разрушаются материалы, применяемые в гидростроительстве. Ресурсная деградация водоемов и нарушение всех видов водопользования ставят проблему антропогенного эвтрофирования в ряд глобальных.

Эвтрофирование водоемов зависит не только от нагрузки на водоем биогенных веществ, но и от условий развития автотрофных гидробионтов, т. е. от климатических, гидродинамических и морфологических особенностей водоема. Лимитировать цветение при достаточной концентрации питательных веществ могут низкая температура, недостаточная солнечная радиация, высокие скорости течений, большая глубина, мутность воды и другие экологические факторы. Наиболее сильно эвтрофирование происходит в хорошо прогреваемых и освещаемых прибрежных

мелководьях..

Мероприятия по предотвращению антропогенного эвтрофирования разрабатываются в основном в двух направлениях: 1) ограничение поступления в водоемы эвтрофирующих веществ и 2) воздействие на комплекс условий в самом водоеме с целью снижения скорости развития водорослей. Ограничение поступления в водоем эвтрофирующих веществ со сточными водами возможно отведением стоков за пределы водосбора или изъятием биогенных веществ в системе очистных сооружений.

Первый вариант является наиболее радикальным. Эффект обратимости эвтрофирования при использовании первого варианта был достигнут на озерах Вашингтон, Монона, Аннеси и др. Но из-за высокой стоимости и возможности осуществления лишь в благоприятных климатических условиях это не всегда целесообразно. Извлечение из сточных вод эвтрофирующих веществ является актуальной технологической задачей, так как даже наиболее совершенные методы очистки не освобождают их от минеральных соединений азота и фосфора. Появилась необходимость введения третьего этапа глубокой доочистки. Методы очистки сточных вод от фосфора и азота подразделяются на физико-химические (осаждение, коагуляция, ионный обмен, электролиз) и биологические (потребление биогенов бактериями, водорослями и другими организмами).

Ограничение поступления биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий и зон рекреации связано с множеством трудностей. Одни обусловлены природой материкового стока в конкретных географических условиях, его сезонными и годовыми колебаниями; другие - различием поведения соединений азота и фосфора. Соединения азота хорошо растворимы и переходят в состав жидкого стока, соединения же фосфора сохраняют связь с частицами почвы и плохо переходят в раствор. Наибольший вынос фосфора осуществляется в процессе эрозии почв. Отсюда возникают два пути снижения выноса биогенных элементов - уменьшение потерь азотных удобрений, вносимых в почву, и борьба с эрозией почв. Решить эти задачи можно только совместными усилиями гидро- и агротехников, специалистов по санитарной технике и др. Разработан план основных технических мероприятий, предупреждающих загрязнение вод минеральными удобрениями: развитие водоохранной лесомелиорации; применение противозерозионной агро- и гидротехники; устройство прибрежных водоохранных зон. Однако реализация этого плана требует серьезного экономического обоснования.

Ограничить поступление биогенных элементов из рекреационных зон можно путем организации мест сбора отходов, облегчающих их удаление за пределы водосбора.

Воздействие на водоемы, которые уже стали подвергаться эвтрофированию, в частности, увеличением проточности и водообмена, лимитирует эвтрофирование. Применение этого способа пока

ограничивается единичными опытами, в которых увеличивали проточность путем введения в озера вод из других источников. Таким образом можно снизить концентрацию основных питательных веществ или уменьшить содержание одного из компонентов до лимитирующих концентраций, а также увеличить биосток, т. е. скорость удаления из озера планктонных водорослей.

Для устранения цветения и зарастания применяют обработку водоемов сульфатом меди, выкашивание прибрежной растительности и ее механическое удаление. Эти мероприятия могут привести к уменьшению запасов биогенных веществ в водоеме, только если отмершие водоросли и укосы высшей водной растительности будут извлечены и увезены за пределы водосбора.

Биологические способы борьбы с цветением водоемов находятся в стадии разработки. Наиболее перспективной мерой борьбы с интенсивным развитием фитопланктона и прибрежной растительности является разведение в водоемах растительноядных рыб. В России проведены опыты по акклиматизации белого амура и толстолобика в пресноводных водоемах. Для аккумуляции биогенов можно использовать и прибрежные заросли макрофитов с последующим их удалением.

Таким образом, используя те или иные способы воздействия на водоемы, можно снизить первичную продукцию до оптимального уровня и, при необходимости, ускорить деструкционные процессы. Существуют различные методы смещения процессов эвтрофирования в сторону олиготрофирования водоемов. Однако практическое распространение получили лишь технологии доочистки сточных вод от биогенных веществ, не всегда оправданные экономически.

6.8. Дегградация наземных экосистем

Почвы - ценнейшие природные ресурсы. Почва - это поверхностный слой земной коры, возникший под действием света, воздуха, влаги, растительных и животных организмов и деятельности человека. В результате бессистемного использования за всю историю цивилизации около 2 млрд га продуктивных земель превратились в пустыни: на заре земледелия продуктивные земли составляли около 4,5 млрд га, а сейчас их осталось около 2,5 млрд га. Угрожающе расширяет свои границы Сахара - величайшая пустыня мира. По официальным данным властей Сенегала, Мали, Нигера, Чада и Судана, темпы ежегодного продвижения края Сахары составляют от 1,5 до 10 м. За последние 60 лет она разрослась на 700 тыс. км². А ведь в 3000 г. до н. э. территория Сахары представляла собой саванну с густой гидрографической сетью. Там, где еще не так давно процветало земледелие, песчаный покров достигает полуметровой толщины.

Все это можно объяснить поспешной ломкой традиционного земледелия и кочевого животноводства в развивающихся странах. Интенсификация

посевов монокультур привела к увеличению числа видов вредителей сельского хозяйства. Отрицательное воздействие оказывают водная эрозия и ливневые дожди, смывая плодородный слой. Негативные антропогенные изменения почв часто являются результатом вторичного засоления при искусственном орошении.

Зарубежные экологи подвергают критике усиливающуюся эксплуатацию африканских почв с использованием современной техники и призывают к возрождению древних методов земледелия, объясняя это особым механическим составом этих почв и концентрацией микроорганизмов в верхнем слое, который разрушается современной техникой.

Зловещие симптомы деградации почвенно-растительного покрова проявляются сегодня в Латинской Америке, Южной Азии, Австралии, Казахстане, Поволжье и т. д. Площади пахотных земель постоянно сокращаются из-за горнопромышленных разработок, расширения селитебных зон, промышленного и гидротехнического строительства. Во время пыльных бурь с каждого слоя пашни толщиной 1 см сносится до 30 кг/га азота, до 22 кг/га фосфора, более 30 кг/га калия. Огромный ущерб наносит загрязнение почв, связанное с загрязнением атмосферы и вод. Основные источники загрязнения - жилые дома и бытовые предприятия (больницы, столовые, гостиницы, магазины и т.д.), промышленные предприятия, теплоэнергетика, сельское хозяйство, транспорт. С 1870 по 1970 г. на земную поверхность осело 20 млрд т шлаков, 3 млрд т золы. Выбросы цинка и сурьмы составили по 0,6 млн т, кобальта - свыше 0,9 млн т, никеля - более 1 млн т, мышьяка - 1,5 млн т.

Деградация лесов способствует разрушению почв и интенсификации эрозийных процессов. Леса играют уникальную роль в эколого-экономических системах. Сокращение лесных массивов неизбежно влечет за собой изменение состава атмосферы, водного баланса ландшафтов, уровня грунтовых вод, что, в свою очередь, влияет на плодородие почв и микроклимат.

Экономический потенциал лесных ресурсов связан с использованием древесины (в качестве топлива и строительных материалов, сырья для целлюлозно-бумажной промышленности), а также другой лесной продукции (растений, ягод, грибов, смолы и др.) и животных. Исключительно велико значение лесных массивов в сохранении устойчивости природы в региональном и глобальном масштабе (поглощение CO₂). Возрастает роль лесов и как источника генетических ресурсов для сохранения биологического разнообразия организмов. Хищническая вырубка лесных массивов уже привела к трудно поправимым экологическим последствиям в странах Африки, Азии, Латинской Америки. На глазах «тают» леса Амазонии. Бичом амазонских джунглей являются и пожары (население использует огонь для расчистки участков земли под посевами): по данным

Национального института космических исследований (США), в 1987 г. огонь уничтожил в Бразилии 20 млн га джунглей, в 1990 г. - 12 млн га. Спутники ежедневно фиксируют до 8,5 тыс. очагов пожаров. Дым от них препятствует воздушной и речной навигации. Если правительство Бразилии не примет чрезвычайных мер по охране лесов Амазонии, то это грозит экологической катастрофой мирового масштаба.

Проблема охраны лесов остро стоит и в Африке, так как топливом для домашних очагов там испокон веков служат дрова. В развивающихся странах ежегодно превращаются в дым 12 млн га леса. Так, в Индии сорок лет назад леса охватывали 22 % территории, сейчас на их долю приходится не более 10 %. Тревогой охвачены также экологи США, Западной Европы, России, Австралии и других стран. Опасными темпами сокращаются леса Сибири. Здесь ежегодно вырубается более 500 тыс. га леса. Ученые фиксируют изменение сибирского ландшафта: на месте вырубок начинается заболачивание местности. Поскольку вырубает прежде всего ценные сосновые, а иногда и кедровые леса, повсеместно наблюдается обеднение леса этими породами. Под натиском человека леса отступают на всех континентах, практически во всех странах. Первое срубленное дерево было началом цивилизации. Последнее дерево означало бы ее конец.

Но леса гибнут не только вследствие пожаров или вырубки, их деградация идет повсеместно из-за кислотных дождей, поступающих в атмосферу, воду, почву. В Шварцвальде (Германия) отмечены массовые повреждения и заболевания хвойных пород деревьев, дубов, берез, рябины, бука и платанов. Большинство ученых считают, что причина повреждений - кислотные дожди и загрязнение воздуха.

Аналогичные повреждения деревьев обнаружены и в США в горах Аризондо, в штатах Вермонт, Нью Гемпшир, Северная Каролина, в Чехословакии, Польше, Швеции и других странах.

Отмеченные примеры имеют общие черты. Во-первых, все описанные регионы были охвачены кислотными дождями. Во-вторых, в большинстве случаев поврежденные леса находятся на возвышенностях и значительную часть их окутывают облака, которые также могут иметь кислую реакцию (до $pH=3,5$). В третьих, из-за повышенной кислотности в высокогорных районах из почв легко вымываются кальций и магний. В четвертых, химический анализ показал, что в листьях больных деревьев серы на 10 % больше, чем в листьях здоровых. И, наконец, в воздухе в этих горных лесах было обнаружено высокое содержание озона, который может быть токсичным для деревьев. Появление озона на горных склонах оказалось неожиданностью. Возможно, это объясняется реакциями с углеводородами (терпенами), выделяемыми хвойными деревьями. На солнечном свете терпены могут вступать в реакции с диоксидом азота, в результате чего выделяется озон.

Итак, комплекс факторов: кислотные дожди; большая высота над уровнем

моря; облачный покров; повышение кислотности и изменение минерального состава почв; наличие серы в листве; содержание озона в атмосфере - могут привести к гибели лесов и, как следствие, к экологической катастрофе в северном полушарии. Но леса - возобновляемые природные ресурсы и при сохранении устойчивости лесных экосистем могли бы использоваться в течение длительного времени. Поэтому, как записано в документах Конференции ООН в Рио-де-Жанейро, назрела острая необходимость *«принять достаточно решительные меры по сохранению многогранной роли и разнообразных функций всех видов лесов и лесных угодий на основе целостного и рационального подхода к устойчивому и экологически безопасному развитию лесного хозяйства»*.

Растительный и животный мир планеты вместе с ее лесами, степями, реками, озерами, морями составляют гигантский суперорганизм. Поэтому, говоря о почвах и лесах, нельзя не коснуться растительного и животного мира. Многие виды растений и животных исчезают на наших глазах, некоторые из них человек даже не успел изучить. Это происходит не только в результате их истребления, но и вследствие уничтожения природных экосистем, в которых они обитают. Каждый исчезнувший вид растений может унести с собой пять видов насекомых или других беспозвоночных животных. По прогнозам ученых, уничтожение влажных тропических лесов может привести к исчезновению от 2 до 5 млн видов животных. И это при общем числе живущих на Земле около 10 млн видов!

В 1966 г. Международный союз охраны природы (более чем 100 стран) начал издавать Красную книгу. Еще в конце 80-х гг. в печальном списке растений и животных, находящихся под угрозой исчезновения, значились 768 видов позвоночных, 264 вида птиц, 250 видов растений. В Красную книгу занесены лемуры, орангутанги, гориллы, белый журавль, кондор, морские черепахи, носороги, слоны, тигры, гепарды и многие другие.

Особенно хищнически истребляются промысловые животные: осетровые рыбы, морские котики, носороги, слоны, леопарды и многие другие. Если 20 лет назад в Африке обитало 60 тыс. носорогов, то сегодня их осталось не более 2 тыс. Поголовье слонов с 1990 г. сократилось в 4 раза.

Сохранение разнообразия растений и животных, существующих на Земле, - это не только условие сохранения систем жизнеобеспечения человека, но и сложнейшая нравственная проблема. Не случайно большинство стран на Конференции ООН в 1992 г. подписали Конвенцию по сохранению биологического разнообразия, в рамках которой государства, обладая суверенным правом эксплуатировать биологические ресурсы своей территории, принимают на себя ответственность за сохранение их разнообразия. Это обусловлено как необходимостью сохранения целостности природных экосистем, так и тем, что растения, животные и микроорганизмы являются носителями генетического ресурса планеты. Каждая страна должна разработать национальную стратегию охраны биологического разнообразия и регулярно представлять в ООН доклады о состоянии

работ в этом направлении.

Контрольные вопросы

1. Какие виды ископаемого топлива вам известны?
2. В чем преимущества и недостатки ядерной энергетики?
3. Какие альтернативные источники энергии вы знаете?
4. Чем объясняется «парниковый эффект» и каковы его последствия?
5. Почему истощается озоновый слой Земли?
6. Какие факторы влияют на образование и разрушение озона?
7. Чем вызваны кислотные дожди?
8. Из каких источников попадают в атмосферу оксиды серы и азота?
9. В какие химические реакции вступает двуокись серы в воздухе?
10. В чем сущность процесса антропогенного эвтрофирования водоемов?
11. Каковы последствия антропогенного эвтрофирования?
12. Каковы источники поступления в воду биогенных веществ?
13. Как можно предотвратить эвтрофирование?
14. Каковы основные причины деградации почв?
15. Какова роль лесов на планете?
16. Почему погибают леса?
17. Какова роль животного мира в сохранении природных экосистем?
18. Почему сохранение природных экосистем - главное условие сохранения жизни на Земле?