

Н. Г. КОМАРОВА

# ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

*Допущено*

*Учебно-методическим объединением по специальностям  
педагогического образования в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений, обучающихся  
по специальности «География»*

4-е издание, переработанное и дополненное



Москва

Издательский центр «Академия»

2010

УДК 55+574(075.8)  
ББК 26+20.18я73  
К63

Рецензенты:

канд. геогр. наук, доцент *В. Т. Дмитриева* (декан географического факультета Московского городского педагогического университета);  
канд. геогр. наук, проф. *З. И. Гордеева* (зав. кафедрой физической географии географического факультета Московского государственного открытого педагогического университета им. М. А. Шолохова)

**Комарова Н. Г.**

**К63** Геоэкология и природопользование : учеб. пособие для высш. пед. проф. образования / Н. Г. Комарова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательский центр «Академия», 2010. — с. 256.  
ISBN 978-5-7695-5786-6

В пособии изложены основы геоэкологии с позиций современных представлений о взаимосвязанности природных и социально-экономических факторов, рассмотрены глобальные проблемы (демографическая, продовольственная, ресурсная и др.), экологические аспекты функционирования горнодобывающей и перерабатывающей отраслей промышленности, энергетики и транспорта, водопользования, лесного и сельского хозяйства, рекреационного природопользования. Настоящее издание (3-е изд. — 2008 г.) дополнено данными о глобальном экологическом кризисе современности и его проявлениях на планете и в России, экологическом мониторинге, опасных природно-техногенных процессах и экологических ситуациях в России, справочным материалом по охраняемым природным территориям и международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды.

Для студентов высшего педагогического профессионального образования.

УДК 55+574 (075.8)  
ББК 26+20.18я73

*Оригинал-макет данного издания является собственностью Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается*

© Комарова Н. Г., 2010  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2010  
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2010

**ISBN 978-5-7695-5786-6**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В современных условиях резко возросшей антропогенной нагрузки на окружающую среду, создаваемой различными сферами материального производства, появился широкий круг экологических проблем междисциплинарного характера, которые должны решаться на планетарном, региональном и локальном уровнях и которые рассматривает новое научное направление — *геоэкология*. Возникла необходимость подготовки специалистов-геоэкологов, обладающих знаниями общих принципов *рационального природопользования*, знакомых со спецификой экологических основ различных видов производств, способных оценить ущерб, причиняемый окружающей среде тем или иным видом хозяйственной деятельности человека, и разработать мероприятия, направленные на его снижение или исключение. Высшая и средняя школы нуждаются в специалистах-географах, способных решать задачи формирования экологически ответственного мышления у молодого поколения. В программу обязательных учебных дисциплин, предусмотренных Государственным образовательным стандартом для педагогических вузов по специальности «География», включен новый учебный курс «Геоэкология и природопользование».

Настоящее издание относится к серии учебников и учебных пособий нового поколения, составленных в соответствии с типовыми вузовскими программами по дисциплинам: «География», «Геоэкология», «Природопользование». В книге последовательно рассмотрены предмет и задачи вышеназванного учебного курса и его основные темы:

- природа в жизни человека;
- исторические этапы воздействия человеческого общества на природную среду;
- природные ресурсы и ресурсопотребление;
- общие принципы рационального природопользования;
- экологические проблемы различных сфер материального производства (разработки и добычи минерально-сырьевых ресурсов, сельскохозяйственной деятельности, промышленного лесо- и водопользования, транспорта, рекреационного землепользования);

— особенности использования достижений научно-технического прогресса для охраны окружающей среды и сохранения биологического разнообразия планеты.

В пособии показана роль географии в решении экологических проблем. В свете концепции устойчивого развития поставлены задачи реорганизации экологического образования с целью направить его на формирование в обществе ноосферного мышления, экологической морали и экологической культуры, в основе которых лежит понимание, что человечество — часть биосферы и может жить и развиваться лишь в согласии с ней.

Вопросы, касающиеся деталей технологических процессов производств, экономических и нормативно-правовых основ природопользования, организации управления природопользованием, в учебном пособии не рассматриваются, так как являются предметом специальных учебных курсов. Общие вопросы экологии и охраны природы также не вошли в настоящее издание, поскольку существует большое количество соответствующей учебной литературы. Содержание некоторых экологических понятий представлено в словаре терминов.

Автор надеется, что пособие будет полезно не только студентам педагогических вузов, обучающимся по естественным специальностям, но и студентам экономических и гуманитарных вузов, а также руководителям и специалистам государственных предприятий и учреждений, практическим работникам, которым придется в той или иной степени заниматься проблемами природопользования. Возможно, книга привлечет интерес широкого круга читателей, обеспокоенных современным состоянием окружающей среды.

В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

*В. И. Вернадский*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Характерной особенностью конца XX — начала XXI в. стала «экологизация» общественного сознания. Со страниц книг, журналов, газет не сходят слова: «экологический кризис», «экологические проблемы», «экологическое сознание». К середине XX в. человечество, движимое погоней за материальным успехом, стало осознавать, что истощение природных ресурсов вследствие непомерного их потребления, загрязнение окружающей среды продуктами деятельности человека все более угрожают мировой цивилизации. Стремительно нарастающее антропогенное вмешательство в природные процессы обусловило реальную опасность разрушения окружающей среды. Постепенно пришло понимание того, что экологическая обстановка в мире находится у критической черты, а ухудшение состояния окружающей среды представляет значительно бóльшую угрозу для будущего людей, чем даже военная агрессия. И если вполне реально в течение нескольких десятилетий объединенными усилиями мирового сообщества ликвидировать нищету и голод, возродить культуру, восстановить памятники истории и архитектуры, то возродить разрушенную природу за счет одних материальных ресурсов невозможно. Потребуются столетия, чтобы восстановить нарушенное экологическое равновесие биосферы и отодвинуть приближение мировой экологической катастрофы.

Такому ходу событий необходимо противопоставить действенную экологическую политику, новое экологическое мышление. Несмотря на огромные усилия, предпринимавшиеся в последние десятилетия XX в. для решения экологических проблем на национальном, региональном и международном уровнях, а также огромные финансовые затраты на природоохранные мероприятия в отдельных странах, добиться заметного оздоровления окружающей природной среды, улучшения условий проживания людей и их здоровья в целом на планете не удастся.

Становится очевидным, что для решения экологических проблем явно недостаточно лишь использования достижений научно-технического прогресса. Огромный интерес общественности к этим проблемам, многочисленные дискуссии по вопросам оценки качества окружающей среды и ее влияния на здоровье людей

убеждают, что охрана природы в настоящее время не является делом одних только специалистов в различных областях знаний, а зависит от каждого человека. Но от осознания проблемы до правильного, «экологически безопасного», «экологически оправданного» поведения лежит большой путь. Мировое сообщество сможет пройти его, если научится понимать сложные взаимосвязи окружающего мира, сумеет постичь цельную картину природы, в которой прошлое и настоящее биосферы рассматриваются в единстве и помогают критически оценивать сценарии будущего.

Чтобы перейти от господствовавшей на протяжении XX в. идеи покорения природы и безудержного использования природных ресурсов к стратегии рационального природопользования как фундаменту устойчивого развития, необходимо направить усилия на изучение сложных взаимоотношений между обществом и окружающей природой. Академик В. И. Вернадский в своих фундаментальных трудах, посвященных биосфере, писал: «Человек впервые реально понял, что он житель планеты и не может — должен мыслить и действовать в новом аспекте, не только в аспекте личности, семьи или рода, государства или союзов, но и в планетном аспекте»\*. Не охрана природы от воздействий на нее человека, а концепция экологической безопасности, гармонии человека с природой, как условия дальнейшего устойчивого развития цивилизации — вот лейтмотив учения В. И. Вернадского о переходе биосферы в ноосферу. «Человек, как и все живое, — утверждал Вернадский, — не является самодовлеющим, независимым от окружающей среды природным объектом. Однако даже ученые-натуралисты в наше время, противопоставляя человека и живой организм вообще среде их жизни, очень нередко этого не учитывают»\*\*.

Настоящая гражданская экологическая позиция не может начинаться с получения экологических знаний, формирования глобального мироощущения, позволяющего понять место человека в окружающем мире. Естественнно-научный подход необходим людям всех возрастов и профессий, специалистам любого профиля.

В современных условиях экологические знания должны стать фундаментом экологической культуры, морали и нравственности. Гармонизация внутреннего мира человека, его отношений с другими людьми и природой должна быть основой ценностных ориентаций общества. Для перестройки мышления человеку требуются

---

\* *Вернадский В. И.* Биосфера. Мысли и наброски. — М. : Ноосфера, 2001. — С. 9.

\*\* *Вернадский В. И.* Размышления натуралиста : в 2 кн. Кн. 2. — М. : Наука, 1977. — С. 24.

ется большая сила нравственного убеждения. Только с таких позиций можно подходить к проблеме устойчивого существования нынешнего и будущих поколений, к проблеме динамичного развития системы «общество — природа». Человечество должно спешить с реализацией своих планов в области оптимизации природопользования, ибо люди и так слишком поздно осознали происходящее. «У нас нет даже сотен лет — счет идет на десятилетия», — так охарактеризовал сложившуюся в мире экологическую ситуацию академик Н. Н. Моисеев.\* В спасении земной цивилизации и своего собственного дома должен участвовать каждый житель планеты. Всему человечеству предстоит освоить экологическую культуру и те нравственные идеалы, которые только начинают формироваться.

Сложность поставленных задач и недостаточное количество учебной литературы по вопросам культуры природопользования, оптимизации взаимодействия человека с окружающей природной средой, влияния состояния среды на здоровье людей требуют коренной перестройки системы образования. Систему обучения и воспитания подрастающего поколения на всех ее ступенях необходимо повернуть лицом к человеку и окружающей его природе. Не удивительно, что период с 1995 по 2005 г. был объявлен ЮНЕСКО десятилетием образования в области окружающей среды. Результат этой деятельности во многом определит будущее человеческой цивилизации.

Назначение вузовского учебного курса «Геоэкология и природопользование» — профессиональная подготовка специалистов, обладающих глубокими природоведческими знаниями, представлением о Земле как о сложной системе, пониманием взаимосвязанности природных и социально-экономических факторов, геоэкологическим мировоззрением.

Специалист-геоэколог нового направления должен обладать широким кругозором и знанием общих принципов рационального природопользования и охраны окружающей среды; уметь решать сложные геоэкологические проблемы как федерального, так и регионального масштабов; четко ориентироваться в понимании глобальных экологических проблем; обладать практическими навыками экологического мониторинга; уметь оценивать и прогнозировать экологическую ситуацию на местах на основе знания экологических основ различных видов хозяйственной деятельности и технологических процессов.

---

\* Экология, охрана природы, экологическая безопасность / под ред. А. Г. Никитина. — М. : Изд-во МНЭПУ, 2000. — С. 14.

Содержание данного учебного пособия отражает ориентацию экологического образования на решение геоэкологических проблем, на подготовку специалистов, способных их решать.

Особо остро стоит вопрос о подготовке учителей географии для средней школы. Введение в стандарты общеобразовательных дисциплин учебных курсов «Экология», «Экология города», «Природопользование», «Глобальная география», «География человеческой деятельности» и ряда других требует качественно новой подготовки преподавателей по этим предметам. Помимо знаний о законах развития природы, функционирования биосферы как гигантской глобальной экосистемы, включающей человеческое общество, современный педагог, специализирующийся в области естествознания, должен иметь активную гражданскую позицию в вопросах экологической культуры и нравственности.

Только широко мыслящий педагог, вооруженный научными знаниями, способен в своем сознании подняться над сиюминутными проблемами во имя будущего и научить этому своих учеников. В настоящее время на первый план наряду с экологическим образованием выходит экологическое воспитание.

Формирование нового человека может опираться лишь на мировоззрение, в основе которого лежит понимание единства человечества и всей человеческой цивилизации с природой. Человек, обладающий волей и разумом, обязан употребить их на гармонизацию своего внутреннего мира и оптимизацию отношений с природой. Как венец природы, ее высшее создание он должен быть носителем соответствующей морали. Только тогда он осознанно подойдет к проблеме предотвращения надвигающейся экологической катастрофы.



## Основные понятия и определения

### 1.1. Предмет изучения курса «Геоэкология и природопользование»

Лик Земли меняется в результате взаимодействия трех главных факторов: космопланетарных сил, сил органической жизни и воздействия технически вооруженного человечества. Природные и природно-антропогенные системы развиваются под влиянием этих факторов. Правильно выбрать стратегию вмешательства в ход природных процессов, приемы рационального управления средой обитания в системе «природа—общество» можно лишь путем овладения всем комплексом научных знаний об окружающем мире. В программе вузовской подготовки специалистов естественно-научного профиля указанным проблемам посвящены многие курсы. Учебный курс «Геоэкология и природопользование», один из завершающих в данном цикле, базируется на полученных ранее знаниях. Поэтому здесь не рассматриваются такие вопросы, как состав, строение и свойства отдельных оболочек Земли и биосферы в целом, они являются предметом изучения специальных курсов. Также отсутствует и раздел, посвященный классической экологии, которая изучается отдельно.

Одна из главных задач курса «Геоэкология и природопользование» — способствовать становлению нового междисциплинарного научного направления, изучающего различные аспекты и формы взаимоотношений человека с природой на разных этапах развития общественно-хозяйственной деятельности.

Возникшее на пороге XXI в. научное направление, получившее название «геоэкология», носит мировоззренческий характер, в основе которого — экологический подход к рассмотрению любых аспектов взаимодействия природы и общества, сохранению биологического разнообразия планеты.

Предметом изучения данного учебного курса являются общие принципы рационального природопользования в различных сферах материального производства.

## 1.2. Экология — научная основа рационального природопользования

Невозможно грамотно взаимодействовать с природой, использовать ее богатства, не зная, как она устроена, как существует и развивается, какие предельно допустимые антропогенные нагрузки могут выдержать природные экосистемы, не утрачивая способности к самовосстановлению. Все эти вопросы являются предметом изучения биологической науки — экологии.

Понятие «экология» (от греч. *oikos* — жилище, местопребывание и *logos* — учение) впервые употреблено немецким ученым Э. Геккелем в 1866 г. Экология зародилась как раздел биологической науки, изучавший популяции животных и растений и среду их обитания.

В современном толковании, экология — это наука об отношениях отдельных организмов или их групп между собой и со средой их обитания.

Точнее суть данной науки можно выразить так: экология — наука о связях, на которых основывается устойчивость всех форм жизни на Земле. Человечество, возникшее как результат развития живой природы, также является частью этой природы.

В настоящее время существуют разнообразные трактовки самого термина «экология» и его производных («экологический кризис», «экологические проблемы» и др.). Многие исследователи считают целесообразным сохранить термин «экология» для обозначения науки биологического цикла.

Экологическое сходство человека с другими видами, обитающими на Земле, объясняется его биологическим происхождением, принадлежностью к миру живой природы, где действуют биологические законы. Само человечество как часть живой природы также подчиняется многим экологическим зависимостям. Для человека природа — его «дом», среда жизни и источник существования. Как биологический вид человек нуждается в атмосферном воздухе, чистой воде, пище, источником которой служит животный и растительный мир.

Человек своей жизнедеятельностью оказывает влияние на природную среду, как и все другие живые организмы. Вместе с тем благодаря трудовой деятельности человек оказывает на природу несравнимо большее влияние, чем другие организмы. Экологические отличия человека определяются также и его принадлежностью к человеческому обществу, где действуют законы общественные, т.е. социальные. Эта двойственность присуща только человеку, который представляет собой единственный на планете биосоциальный вид.

С помощью орудий труда человек преобразует природную среду — основу своего существования. Это преобразующее влияние неизбежно и усиливается по мере развития общества и увеличения массы веществ, вовлекаемых в хозяйственный оборот.

Не изучив, на каких связях основаны функционирование и устойчивость живой природы, человек не сможет понять, как строить свои собственные отношения с ней. Незнание природных законов окружающего мира, нарушение связей, установившихся за миллионы лет развития природной среды, грозят катастрофическими последствиями, а геоэкология ищет пути выхода из возникающего кризиса.

### **1.3. Геоэкология как новое междисциплинарное научное направление**

Геоэкология — сравнительно новая отрасль знаний, одно из передовых междисциплинарных научных направлений в области природопользования. Зародившись в недрах естественных наук — географии и геологии, изучающих планетарные закономерности строения и развития географической оболочки Земли, новое учение вобрало в себя в качестве фундаментальной основы экологию, предмет которой — вся живая природа в целом, разные уровни организации жизни на Земле.

Необходимость появления геоэкологии была продиктована сложной системой взаимоотношений между природой и обществом в условиях назревающего глобального экологического кризиса. Решение проблем, связанных с пространственно-временными особенностями взаимодействия организмов, в первую очередь человека, со средой обитания и жизнедеятельности, возможно только с помощью комплекса социальных, общественных, политических, экономических и широкого спектра естественных наук.

Геоэкология, как в фокусе, собрала весь круг вопросов, касающихся взаимоотношений общества со средой. Многие исследователи отмечают мировоззренческую направленность этой новой науки, объектом изучения которой является система «природа — общество».

В круг вопросов, которые рассматривает геоэкология, входят изучение изменений природной среды под воздействием хозяйственной деятельности, оценка состояния и тенденций развития природно-техногенных систем, разработка рекомендаций по конструктивному решению экологических проблем любых уровней.

Геоэкология — важнейшая область знаний, способная указать путь сохранения и развития человеческой цивилизации, поскольку в центре внимания этой науки находятся живая природа и главное ее составляющее звено — человек. Что станет с человечеством, если живая природа Земли будет разрушена в результате мощного воздействия техники? Сможет ли человек силой своего разума преодолеть негативные последствия своего же вмешательства в ход природных процессов? Или природная катастрофа сметет его с лица Земли, как уже случилось в истории с древними цивилизациями?

Используя методы смежных наук — естественных, социальных и экономических, геоэкология изучает окружающую среду не только с точки зрения жизнедеятельности живых организмов, в том числе человека, но и с точки зрения социально-экономической, хозяйственно-преобразующей деятельности человека. Таким образом, геоэкология — это мировоззрение, научная основа взаимодействия человека с природой.

#### **1.4. Природопользование — практика хозяйствования и научная стратегия**

В своей практической деятельности человек всегда был вынужден считаться с законами живой природы. Сначала это происходило стихийно. Постепенно человечество осознало, что возможно и необходимо грамотное хозяйствование на Земле.

*Природопользованием* называется процесс эксплуатации природных ресурсов в целях удовлетворения материальных, культурных и духовных потребностей общества. Природопользование может быть рациональным, опирающимся на знания, опыт, разум и умение, и нерациональным.

При *рациональном природопользовании*, т.е. экологически обоснованном, добываемые природные ресурсы используются достаточно полно и многократно, отходы перерабатываются и повторно вовлекаются в производство, что позволяет значительно уменьшить ресурсопотребление и загрязнение окружающей среды, обеспечить восстановление возобновляемых ресурсов. Рациональное природопользование характерно для *интенсивного хозяйства*, которое развивается на основе научно-технических знаний и высокой производительности труда.

При *нерациональном природопользовании* в больших количествах потребляются наиболее доступные природные ресурсы, что приводит к их быстрому истощению. При этом производится большое количество отходов, загрязняющих окружающую среду,

нарушается экологическое равновесие природных систем, что приводит к экологическим кризисам.

Нерациональное природопользование характерно для *экстенсивного хозяйства*, развивающегося путем нового строительства, использования дополнительных территорий и природных ресурсов, увеличения числа работающих при недостаточно высокой организации производства и низкой производительности труда.

Рациональное природопользование, обеспечивающее бережную эксплуатацию природных ресурсов и их воспроизводство, строится на основе знания законов развития природы, с учетом перспективных интересов хозяйства, необходимости сохранения здоровья людей и поддержания устойчивого развития природных экосистем.

Развивающаяся геоэкология как межатраслевое научное направление о сложных взаимосвязях в системе «природа—общество», став основой рационального ведения хозяйства, позволит оптимизировать взаимодействие общества с природой, сохраняя ее в устойчивом состоянии, проводить политику разумного и рационального использования природных ресурсов в целях обеспечения потребностей настоящего и будущих поколений жителей Земли.

## **1.5. Роль географии в решении экологических проблем**

«Экологизация» различных сфер жизни, в том числе науки и образования, создает новые возможности для развития географии. В географии, остающейся учением о пространственных закономерностях природной среды, все большее место занимают исследования пространственно-временных аспектов взаимодействия общества и природных, хозяйственных, экономических, социальных объектов. При географических исследованиях размещение объекта в пространстве является таким же важнейшим его качеством, как и другие его свойства и функции.

Впервые важную роль географических исследований в решении экологических проблем отметил академик В. Б. Сочава. По мнению многих известных ученых, в частности И. П. Герасимова, А. Г. Исаченко, Н. Ф. Реймерса и других, именно география более других естественных наук подготовлена к формированию экологического подхода в исследованиях, что дает возможность рассматривать ее как «прародительницу» геоэкологии. Рассматривая человека в окружающей его среде (природной, социальной, культурной, экономической, техногенной) и формируемых в процес-

се жизнедеятельности человека геосистемах, география тесно соприкасается с экологией (особенно социальной экологией), экономикой, биологией, геологией и пр.



Рис. 1.1. Классификация глобальных проблем (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997)

Для конструктивных географических исследований и принятия решений экологический подход является в настоящее время определяющим и общепризнанным. Задачами географии как прикладной науки можно считать экодиагностику территорий, изучение современного и ожидаемого состояния окружающей среды, экосистем и ландшафтов, а также разработку методов выявления негативных экологических процессов и явлений, обусловленных как антропогенными, так и естественными (природными) факторами, и принятия оперативных решений для их предотвращения или ликвидации их последствий.

Таким образом, география развивается на стыке двух направлений — геоэкологии и географии природных рисков. Исследовательским полем географии в будущем могут стать анализ, оценка, картографирование территориального распределения экологических проблем и экологических ситуаций (причин их возникновения) в регионах разного масштаба — от отдельных местностей до планеты в целом.

В настоящее время в географической науке формируется новое направление исследований, новая учебная дисциплина — *глобальная география*, предмет изучения которой — вся геосфера, или географическая оболочка Земли, включая литосферу, гидросферу, атмосферу, биосферу, социосферу со всеми их многосторонними взаимосвязями. Соответственно и проблемы, рассматриваемые в этом новом быстро развивающемся направлении географических исследований, — глобальные, касающиеся пространственного проявления общепланетарных процессов и явлений (рис. 1.1): экологическая, демографическая, энергетическая, сырьевая и многие другие.

При современном обострении проблем в системе «природа — общество» нестандартность глобально-географического подхода кажется очень конструктивной и способствует формированию глобального мышления в противоположность узкому пониманию национальных, государственных интересов.

Глобальная география дает знания о глобальных проблемах современности, необходимые для целостного понимания человечества как планетарного сообщества людей, объединенных задачей налаживания устойчивого взаимодействия с природой Земли.

Изучение этой дисциплины создает условия для развития интереса к общечеловеческим проблемам социального характера, в частности к вопросам межнациональных отношений, культурного достояния мировой цивилизации, к общечеловеческим нормам нравственности и морали, помогает понять специфику проявления глобальных проблем современности в каждой отдельной стране и др.

## **Вопросы для контроля**

1. В чем состоит различие понятий «экология» и «геоэкология»?
2. Каково содержание понятия «природопользование»?
3. Чем отличается рациональное природопользование от нерационального?
4. Что понимается под оптимизацией взаимоотношений человека с природой?
5. Назовите важнейшие глобальные проблемы современности.



# Природа и природные ресурсы

### 2.1. Природа в жизни человека

Проблема взаимодействия человека с природой — тема вечная и особенно актуальная в настоящее время. Человечество связано с природным окружением своим происхождением, существованием, будущим. Человек как биологический вид — элемент природы и в то же время часть сложной системы «природа — общество».

Что же такое природа? Существуют разные определения этого понятия. *Природа* — естество, все вещественное, вселенная, все мироздание... наш мир (В. И. Даль). Понятие «природа» также истолковывается как первоначальная сущность вещи и как совокупность всех вещей, не тронутых человеком (Философский энциклопедический словарь, 2001). Это понятие столь же широко, как и философское понятие «материя».

Человек сам является частью природы. Природа — среда жизни и деятельности человека, источник ресурсов для его существования, предмет труда, объект преобразований. Многие свои потребности (биологические, ресурсные, духовные) человечество удовлетворяет за счет природы.

Природная среда, т. е. природа, рассматриваемая по отношению к существующим в ней организмам (в том числе людям), создает условия для жизни этих организмов как биологических видов. Любые условия или компоненты внешней среды (механические, физические, химические и биологические), оказывающие влияние на организмы, называются *экологическими факторами*. Они подразделяются на *абиотические факторы* — компоненты и явления неживой природы (космическая и солнечная радиация, гравитация, климат, литосферные процессы и т. д.) и *биотические факторы*, обусловленные влиянием живых организмов друг на друга.

В естественно-научном плане, говоря о природе, иногда подразумевают географическую оболочку Земли.

**Географическая оболочка Земли** — это целостная и непрерывная материальная система, сфера взаимопроникновения и взаимодействия четырех оболочек Земли: литосферы (каменной оболочки), атмосферы (воздушной оболочки), гидросферы (водной оболочки), биосферы (оболочки, населенной живыми организмами).

Труд человека следует рассматривать как процесс взаимодействия между человеком и природой, в ходе которого осуществляется постоянный обмен веществ и энергии. Человек, развивая производство, преобразует природу, приспособливает ее к своим потребностям.

Часть земной природы (географической оболочки Земли), с которой человеческое общество непосредственно взаимодействует в своей жизни и производственной деятельности на данном этапе исторического развития, называется *географической средой*.

Таким образом, географическая среда возникла в результате длительной эволюции географической оболочки Земли под влиянием антропогенного воздействия. Именно географическая среда освоена человеком, вовлечена в общественное производство и составляет материальную основу существования общества. При оценке роли географической среды в жизни общества допускают две ошибки: преувеличение этого влияния (географический фатализм) и его недооценка (географический нигилизм). Оба этих представления имели широкое распространение в науке и практике и привели ко многим отрицательным последствиям.

Географическая среда — «дом» человека, необходимое условие жизни и деятельности общества. Вся история человечества — это история его взаимодействия с природой, с географической средой, в которой человек выступает как активная сила.

Наряду с понятием «географическая среда» (часто называемая «природной средой»), в научный обиход вошло также понятие «окружающая среда».

**Окружающая среда** — это среда обитания и деятельности человека, которая включает как природную (географическую) так и *искусственную среду*, созданную хозяйственной деятельностью людей и состоящую из совокупности антропогенных факторов и социальных элементов среды (в том числе различные сооружения, материальные объекты производства и т. д.).

Чем выше уровень развития производства и современнее техника и технология, тем больше масштабы и степень антропогенных изменений окружающей среды.

На современном этапе исторического развития в сферу хозяйственной деятельности человека входят: часть литосферы до глубины 3 — 5 км, в которой содержатся основные запасы минераль-

ного сырья, добываемого человеком; верхняя часть литосферы — почва как источник продовольственных ресурсов планеты; нижний слой атмосферы, загрязнение которого влияет на функционирование биосферы и здоровье человека; поверхностный слой Мирового океана, включая шельфовую зону, богатую биологическими и минерально-сырьевыми ресурсами; пресные воды суши, широко используемые в жизнедеятельности человека. Состояние окружающей среды, вовлеченной в сферу жизненных интересов и хозяйственных потребностей человека, входит в понятие «*экологические условия*».

Жизнь людей протекает на земной поверхности, общая площадь которой составляет около 510 млн км<sup>2</sup>. За 5 млрд лет существования Земли природа создала здесь близкие к идеальным условия для развития органической жизни.

Энергия Солнца (основа многих природных процессов), воздух, пригодный для дыхания человека и животных, и чистая питьевая вода — вот три главных источника жизни на Земле. «Живая пленка» Земли, «живое вещество планеты» (по В. И. Вернадскому) — это биосфера.

**Биосфера** — оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов (микроорганизмы, растения, животные и человек) и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном процессе обмена с этими организмами.

В узком значении термин «биосфера» часто ассоциируется с понятием «природа».

Биосфера — это глобальная экосистема, оболочка Земли, границы которой определяются как границы существования активной жизни, т. е. областью, в которой есть пригодные для организмов абиотические условия: температура, жидкая вода, состав газов, элементы минерального питания. Толщина биосферы несколько больше 20 км (рис. 2.1).

В биосфере постоянно протекают два взаимосвязанных процесса преобразования веществ — геологический и биологический круговороты.

*Геологический* (большой) *круговорот* — обмен химическими элементами между океаном и сушей в результате разрушения горных пород, растворения веществ в воде, физико-химических превращений и образования минералов при испарении воды под воздействием солнечной энергии.

*Биологический* (малый) *круговорот* — циркуляция веществ между растениями, животными, грибами, микроорганизмами и почвой. Его основа — процесс фотосинтеза (превращение зелеными растениями лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ). Растения благодаря фотосинтезу создают органическое вещество, поглощая воду, мине-

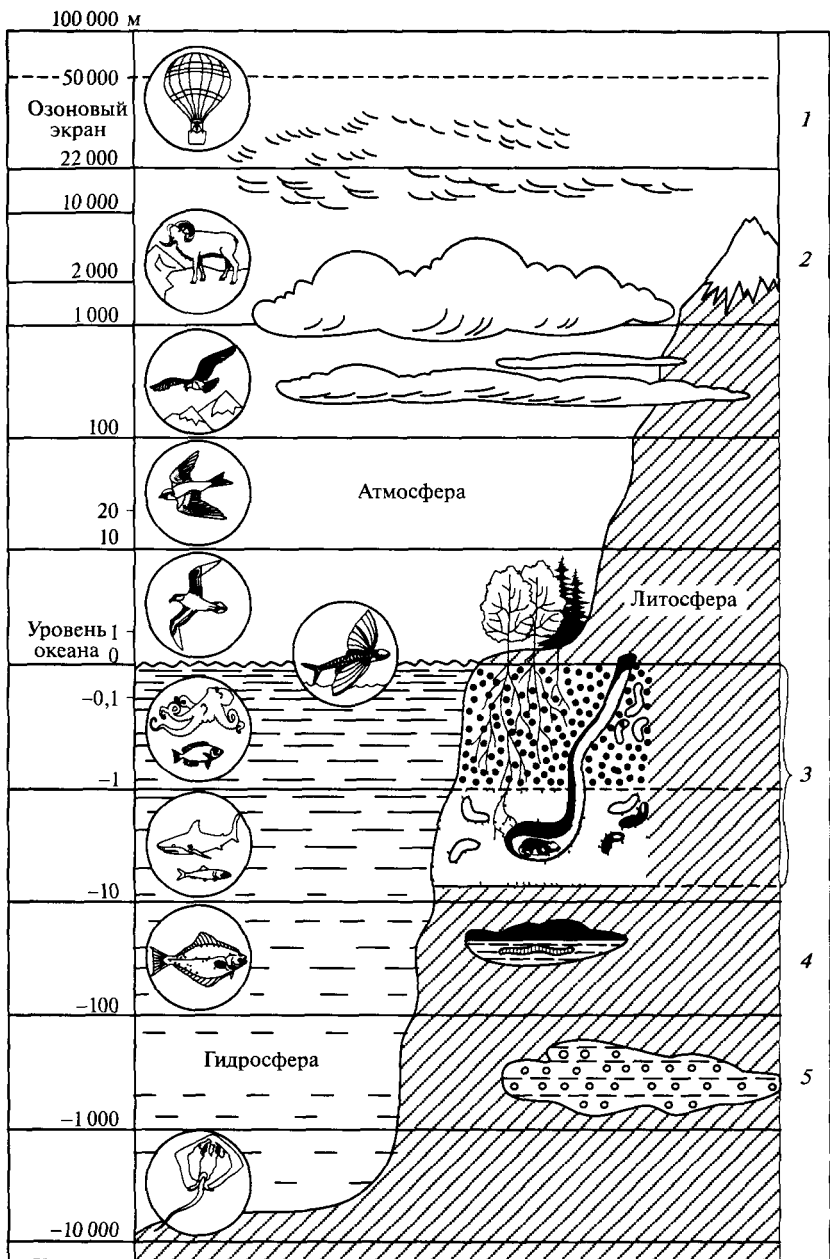


Рис. 21 Структура биосферы:

1 — уровень возникновения ультрафиолетовых лучей; 2 — граница снегов; 3 — почва и ее население, 4 — пещерные животные, 5 — нефтяные бактерии

ральные (неорганические) вещества из почвы и углекислый газ из воздуха; при этом выделяется кислород. Животные питаются растениями. В процессе дыхания растения, животные, грибы, многие микроорганизмы поглощают кислород, выделяя углекислый газ. Микроорганизмы превращают мертвое органическое вещество в неорганическое, которое потребляют растения. В процессе фотосинтеза на Земле ежегодно образуется 145 млрд т кислорода, более 100 млрд т органических веществ и поглощается 200 млрд т углекислого газа (В. Ф. Протасов, 2001).

В отличие от тел неживой природы живые организмы постоянно воспроизводят себя в сменяющихся поколениях. Способность к самовоспроизведению — главное свойство жизни. Огромная масса живых организмов поддерживает круговорот веществ на планете, создает почвы, горные породы, регулирует состав природных вод и атмосферного воздуха.

Два главных фактора — нехватка необходимых для жизни ресурсов и воздействие различных неблагоприятных условий — ставят непреодолимые преграды на пути выживания организмов в их сложных взаимодействиях с окружающей средой.

**Существование человека как биологического вида** неразрывно связано с определенными условиями (факторами) среды: температурой, влажностью, газовым составом воздуха, свойствами воды и т. д. Эти требования к качеству природной среды выработывались в течение многих веков эволюции. Вместе с тем человек как биологический вид качественно отличается от всех других живых существ на Земле. Например, по способности заселять любые климатические зоны человек не имеет себе равных среди других видов. Так, значительная часть населения России проживает в неблагоприятных и малоблагоприятных природных условиях. Естественно, что территории с экстремальными условиями существования (полярные зоны, пустыни, высокогорья) менее заселены, чем районы с оптимальным климатом. Используя дополнительную энергию, орудия производства, одежду, жилье, способность к согласованным общественным действиям, человечество защитило себя от неблагоприятных влияний среды, что позволило ему расселиться практически по всему земному шару.

На Земле не осталось мест, где бы не ступала нога человека. Исследованы все жаркие и ледяные пустыни, покорены горные вершины и непроходимые джунгли. Экстремальный климат не является препятствием к проникновению человека в труднодоступные районы планеты.

Несколько иначе обстоит дело со стихийными природными явлениями и катастрофами: извержениями вулканов, землетрясениями, наводнениями, поднятиями и опусканиями суши, колебаниями климата, опасными атмосферными процессами и пр.

С этими природными процессами человеку приходилось сталкиваться всегда. Он с древнейших времен испытывал постоянную незащищенность перед их грозными проявлениями. Во многих летописях и исторических документах содержатся описания опасных природных явлений, непредсказуемых и страшных. Гибель Помпеи в Италии в 79 г. н.э. в результате извержения вулкана Везувий, запечатленная на полотне К. П. Брюллова, — не единственный пример упадка и полного исчезновения цветущих городов в результате природных бедствий.

В настоящее время термин «катастрофа» несет социально-экономический смысл и характеризует в первую очередь число жертв среди населения и материальный ущерб. Статистический анализ показывает, что число стихийных бедствий и масштабы их проявлений на Земле велики и постоянно растут.

В одной из работ В. И. Вернадского есть слова о том, что земная поверхностная оболочка не может рассматриваться как область только вещества, это область энергии. Действительно, на поверхности Земли и в прилегающих к ней слоях атмосферы протекает множество сложнейших физических, физико-химических и биохимических процессов, сопровождающихся обменом и взаимной трансформацией различных видов энергии. Источником энергии служат солнечная радиация, процессы, происходящие внутри Земли, физические и химические взаимодействия ее внешних оболочек и физических полей. Человек не в состоянии приостановить или изменить ход природных процессов, он может только прогнозировать их развитие и в некоторых случаях оказывать влияние на их динамику.

Несмотря на научно-технический прогресс уязвимость общества для катастроф, в том числе природных, возрастает. Количество пострадавших от них увеличивается ежегодно примерно на 6 %. Это объясняется быстрым ростом населения планеты и высокой концентрацией людей в городах, деградацией окружающей среды, способствующей снижению барьерных функций ландшафтов и экосистем по отношению к опасным природным процессам.

Данные, предоставленные различными странами на Всемирной конференции по природным катастрофам (Иокогама, 1994 г.), свидетельствуют о том, что количество катастроф с высоким экономическим ущербом возросло в мире за 1962 — 1992 гг. в 4,1 раза. За этот период в мире от них погибло около 3,6 млн чел., пострадало более 3 млрд, общий экономический ущерб составил около 340 млрд долларов (Катастрофы и общество, 2000).

По имеющимся данным, наибольшую опасность для жизни людей на Земле представляют засухи (50 % всех погибших и пострадавших в мире); наводнения (36 %); ураганы, тайфуны, штормы

мы (8 %); землетрясения (2—3 %). По величине экономических потерь выделяются следующие опасные природные явления: ураганы, тайфуны, штормы (43 % всех потерь); землетрясения (27 %); наводнения (20 %). Наибольший ущерб наносят наводнения, ведущие к наибольшему числу жертв. В России большое наводнение было в мае 1998 г. в Якутии на Лене и ее притоках. Оно причинило огромный ущерб, привело к гибели около 30 человек, разрушениям построек, гибели домашних и диких животных. Огромные дождевые паводки отмечались в июле 1994 г. в Америке на р. Миссури и в среднем течении р. Миссисипи; в июле — августе 1997 г. — в Европе на р. Лабе (Эльбе) в Чехии, Польше и восточной Германии; в ноябре 1998 г. — в Закарпатье.

Страны, расположенные вблизи океанских побережий, часто страдают от разрушительных тропических тайфунов и ураганов. Так, например, в Бангладеш за последние 30 лет XX в. от тайфунов и ураганов погибло более 700 тыс. человек. Самый разрушительный тайфун был в ноябре 1970 г., когда погибло более 300 тыс. жителей этой страны и осталось без крова 3,6 млн человек.

В России действиям тропических тайфунов наиболее подвержены побережья Дальнего Востока (от двух до пяти раз в год). Один из сильнейших случился в ноябре 1995 г., он охватил Южный Сахалин, Камчатку, часть Приморского края и Амурской области.

На территории России, обладающей чрезвычайно большим разнообразием геологических, климатических, и ландшафтных условий, наблюдается более 30 видов опасных природных явлений. Наиболее разрушительные из них — наводнения, подтопления, ураганы, штормовые ветры, смерчи, эрозия, землетрясения, оползни, сели, карст, суффозия, снежные лавины, сильные заморозки, различные мерзлотные явления. За год в России случается до 350—400 опасных событий природного характера. В табл. 2.1. представлены природные факторы риска для жизнедеятельности населения России, оцененные по 10-балльной шкале.

Главные средства защиты общества от стихийных природных процессов — их прогнозирование и своевременное предупреждение, проведение мероприятий, направленных на снижение их трагических последствий.

Основная цель Глобальной системы наблюдений (ГСН) состоит в обеспечении метеорологических наблюдений за окружающей средой во всех частях земного шара и оперативной подготовке прогнозов и предупреждений об опасных явлениях погоды. ГСН объединяет наземную и космическую (спутниковую) подсистемы. Первая состоит из региональных синоптических сетей, наблюдательных метеорологических станций на суше и на море, вторая — из спутников на околополярной орбите и геостационарных метеорологических спутников. Ежедневно наблюдения про-

**Природные факторы риска для жизнедеятельности**  
(Н. Г. Комарова, Я. Г. Кац,

Группы и виды рисков	Зафиксированный
	Население
<b>Атмосферная группа</b>	
Ураганы, шквальные бури, смерчи (скорость ветра более 35 м/с, продолжительная разрушительная сила)	Повреждения и разрушения населенных пунктов, число жертв среди людей — 10 чел. и более, погибших 2 чел. и более
Сильный ветер (скорость ветра 25 — 30 м/с при порывах)	Одиночные жертвы среди людей (травмы)
Грозы, удары молний, интенсивные ливни (80 мм/12 ч)	Гибель людей, скота, пожары
Сильные снегопады, метели (с ветром 20 м/с), снежные бури (снегопад 30 мм/12 ч)	Одиночные жертвы среди людей, обмороженности
Гололед, изморозь, обледенения, градобития (отложения гололеда на проводах более 20 мм, размер градин — более 20 мм)	Травматизм населения, иногда паника, снижение производительности труда
Резкие скачки атмосферного давления, перепады температур воздуха	Обострение хронических заболеваний населения, снижение работоспособности, дискомфортные условия, аварийность на производстве, автокатастрофы



## населения европейской территории России

В. В. Козлов, 2002)

и возможный ущерб			
Здания и сооружения	Растительность	Почвы и грунты	Степень опасности
Значительные разрушения построек, коммуникаций, ветровалы, разные виды ущерба	Потери посевов, иногда гибель урожая, гибель деревьев, опустошения	Нарушения почв и грунтов, сдувание поверхностного слоя почвенного покрова, иногда воронки	VIII
Умеренные разрушения, ветровалы, повреждения легких построек	Иногда ущерб урожаю	Дефляция почв, сильные бури	III
Затопления, повреждения построек, электросетей, разрушение мостов, автодорог	Сбой режима полевых работ, гибель урожая, повреждения деревьев	Дефляция почв	VII
Нарушение жизни города, прекращение работы транспорта; иногда небольшие разрушения построек, электросетей	Ущерб насаждениям	—	IV
Повреждения линий связи и электрорепердач, транспортные аварии	Повреждения деревьев, потери урожая	Частичное разрушение почвенного покрова	VI
Затруднения водо- и электроснабжения зданий, пожары в условиях сухой жаркой погоды	Потери урожая, гибель урожая в начальный период вегетации растений	—	V

Группы и виды рисков	Зафиксированный
	Население
Экстремальные температуры воздуха ( $-47...-54$ и $+40$ °С), засуха летом при отсутствии осадков в течение длительного периода	Обострение хронических заболеваний населения, снижение производительности труда, обморожения, в единичных случаях гибель людей, аварийность на производстве
«Возврат» холодов в период вегетации растений (температура воздуха ниже $-5...0$ °С)	Моральный ущерб, большие хозяйственные потери
<b>Гидросферная группа</b>	
Наводнения (половодья и паводки), снеготаяние (подъем уровня воды на 3—5 м)	Отдельные жертвы среди людей, иногда значительные, моральный и хозяйственный ущерб
Экстремальные межгодовые колебания речного стока	Хозяйственный ущерб
Ледовые явления, наледи на реках и склонах	Хозяйственный ущерб
Изменение уровня грунтовых вод, подтопление грунтов	Ущерб здоровью населения в связи с заселением комарами сырых подвальных помещений, хозяйственный ущерб
Овражная эрозия	Хозяйственный ущерб
Размыв берегов водохранилищ и озер	Хозяйственный ущерб
Подмыв берегов рек	Хозяйственный ущерб

и возможный ущерб			
Здания и сооружения	Растительность	Почвы и грунты	Степень опасности
Затруднения водо- и электро-снабжения зданий, иногда пожары и аварии	Потери урожая, гибель деревьев	Частичное разрушение почвенного покрова	VI
—	Гибель урожая сельскохозяйственных культур	—	II
Значительные разрушения населенных пунктов, животноводческих комплексов, транспортных магистралей, ЛЭП	Значительный ущерб насаждениям, гибель урожая	Смыв почв, нарушения грунтов	VIII
Разрушения построек, береговых сооружений	Некоторый ущерб насаждениям	Смыв почв	II
Разрушения единичных построек	—	—	I
Разрушение фундаментов зданий	Ущерб насаждениям, гибель отдельных деревьев	Ухудшение свойств грунтов	IV
Возможно разрушение отдельных сооружений	Ущерб насаждениям	Нарушение почв и грунтов	III
Разрушение отдельных береговых сооружений	Ущерб насаждениям	Нарушение почв и грунтов	III
Разрушение отдельных береговых сооружений	Ущерб насаждениям	Нарушение почв и грунтов	II

Группы и виды рисков	Зафиксированный
	Население
Плоскостной смыв	Хозяйственный ущерб
<b>Литосферная группа</b>	
Землетрясения от удаленных очагов	Моральный ущерб в связи с возможными проявлениями паники
Местные нетектонические сотрясения	—
Вековые колебания земной коры	—
Гипотетические локальные сейсмические толчки	Моральный ущерб
Выделение радона из недр	Воздействие на здоровье
Карст	Возможны жертвы, моральный и хозяйственный ущерб в связи с переселением
Суффозия	Переселение жителей из опасных домов, нарушение системы дорожного движения
Морозное пучение грунтов	Хозяйственный ущерб
Выделение метана из техногенных грунтов	Возможны небольшие взрывы, ущерб здоровью населения
Геопатогенные зоны (выделение радона из разломов в земной коре)	Возможен ущерб здоровью населения
Оползни	Хозяйственный ущерб. Возможен моральный ущерб в случае переселения

и возможный ущерб			
Здания и сооружения	Растительность	Почвы и грунты	Степень опасности
Разрушения построек и дорог	Ущерб сельскохозяйственным угодьям	Смыв почвенного покрова	II
Вибрации, незначительные трещины	—	—	II
Незначительные трещины	—	—	I
Воздействия на фундамент в случае подтопления	—	Подтопление	I
—	—	—	I
—	Возможно появление уродливых форм растений	—	IV
Разрушение зданий и сооружений, нарушения дорожного полотна	Ущерб сельскохозяйственным угодьям	Нарушения грунтов в форме воронок и провалов	IV
Разрушение зданий и полотна дорог	Повреждение растительности	Нарушения грунтов в форме воронок и провалов	IV
Незначительное воздействие на фундаменты	Повреждение растительности	Нарушение свойств грунтов	I
Возможно разрушение отдельных построек	—	—	III
—	—	—	III
Разрушение отдельных сооружений	Незначительный ущерб насаждениям	Нарушение склонов	III

Группы и виды рисков	Зафиксированный
	Население
<b>Биологическая группа</b>	
Эпидемии, болезни людей	Гибель людей, иногда массовая, обострение хронических заболеваний
Массовое размножение вредителей сельского хозяйства	Болезни людей, дефицит продуктов питания
Болезни домашних животных и растений	Иногда болезни людей, возможная нехватка продовольствия
<b>Космическая группа</b>	
Редкие события: – удары и взрывы астероидов	Гибель населения
– падение метеоритов	Возможны единичные жертвы
Жесткое облучение при деградации озонового слоя	Воздействие на здоровье населения, в том числе и канцерогенное
Аномальное состояние геофизических полей в связи с активностью Солнца	Ухудшение самочувствия. Ущерб из-за сбоев в работе различных хозяйственных служб

водят около 10 000 метеорологических станций, 7 000 морских судов, 3 000 самолетов. Данные наблюдений, а также обработанная информация передаются в метеорологические центры.

Как в России, так и в большинстве стран мира гидрометеорологический мониторинг осуществляют национальные метеорологические или гидрометеорологические службы. Их деятельность состоит в сборе и анализе информации о текущем состоянии атмосферы, океана, вод суши, подстилающей поверхности и зачастую качества воздуха; подготовке прогнозов и предупреждений об опасных изменениях погоды, климата и гидрометеорологических явлениях; оценке риска, повторяемости и интенсивности экстремальных явлений.

и возможный ущерб			
Здания и сооружения	Растительность	Почвы и грунты	Степень опасности
—	Гибель урожая из-за отсутствия ухода	—	VII
—	Гибель урожая	Истощение почв	IV
—	Повреждение урожая	—	III
Разрушение зданий и сооружений	Гибель растительности	Уничтожение почвенного покрова, образование кратера	X
Незначительный ущерб зданиям	Поражение отдельных деревьев	Образование небольших воронок	II
—	Возможно поражение растительности	—	III
—	—	—	III

Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу состояния и загрязнения среды (Росгидромет) — основное ведомство в стране, обеспечивающее Правительство РФ, министерства обороны, экономики, население, средства массовой информации всеми видами гидрометеорологической информации и данными о загрязнении окружающей среды, в том числе для организации аварийно-спасательных и восстановительных работ в районах стихийных бедствий, промышленных аварий и других чрезвычайных ситуаций. Росгидромет осуществляет наблюдения, оценку и прогнозирование состояния атмосферы, почв, поверхностных вод суши, морской среды, сельскохозяйственных культур и пастбищной растительности, околосредного космического про-

странства, трансграничного переноса загрязняющих веществ. В его обязанности входит предоставление сведений об опасных природных явлениях.

По объему, видам и типам гидрометеорологической продукции Росгидромет является уникальной системой, обеспечивающей получение 27 различных видов данных только от наземной сети: метеорологических; авиаметеорологических; теплоресурсовых; аэрологических; гидрологических; агрометеорологических; озонметрических; геомагнитных; воднобалансовых; болотных; озерных; снеголавинных; селестоковых; ионосферных; о химическом составе осадков; испарении; загрязнении атмосферного воздуха, поверхностных и морских вод, почвы и др. (Природные опасности России, 2001).

Технологическая цивилизация времени научно-технической революции (НТР) принесла с собой опасности техногенных катастроф, сопоставимых по масштабам с природными. В настоящее время в мире производятся миллионы неизвестных ранее веществ, о последствиях поступления которых в окружающую среду известно слишком мало.

Многие информационные, химические, военные, биологические и другие технологии наряду с невиданными благами несут с собой риски и угрозы всему живому на Земле. Глобальные неконтролируемые изменения природных условий, связанные с хозяйственной деятельностью, — колебания климата, усыхание внутренних водоемов, опустынивание, засоление земель, кислотные дожди, сокращение биоразнообразия планеты и многое другое, — встали перед человечеством на пороге XXI в., проявив обратную, негативную сторону технического прогресса. Они диктуют необходимость согласованности действий и перестройки политики в области взаимоотношений человека с природой.

## 2.2. Классификация природных ресурсов

Долгое время люди смотрели на природу как на неисчерпаемый источник материальных благ. И только столкнувшись с отрицательными последствиями своего вмешательства в жизнь природы, они постепенно пришли к необходимости ее рационального использования. Развитие цивилизации сопровождалось постоянным расширением масштабов использования природных ресурсов.

Резко возросшими темпами добычи и потребления сырьевых ресурсов, вовлечением в производство все новых их видов отмечен XX в.

Существует несколько определений понятия «природные ресурсы». Более общим является следующее: *природные ресурсы* — это



естественные тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности (А. А. Минц, 1972).

Природные ресурсы существуют независимо от человека и могут использоваться им в его жизнедеятельности как средства существования и как средства труда, источник материального производства. Двойственный характер понятия «природные ресурсы» отражает их природное происхождение (компонент природы) и экономическую значимость в жизни общества (ресурс производства).

Существует несколько классификаций природных ресурсов. По происхождению и по принадлежности к определенным элементам природы они делятся на минеральные, климатические, водные, земельные, лесные и пр.

По видам хозяйственного использования выделяют ресурсы промышленного производства (энергетические, минерально-сырьевые, лесохимические и пр.); ресурсы сельскохозяйственного производства (агроклиматические, почвенные, кормовые и др.); продовольственные; оздоровительные, культурно-эстетические и прочие ресурсы среды.

По признаку исчерпаемости ресурсы делятся на исчерпаемые (скорость истощения которых превышает скорость их естественного возобновления) и неисчерпаемые (рис. 2.2). К неисчерпаемым относят атмосферный воздух, осадки, солнечную радиацию, энергию ветра, морских приливов и отливов, энергию земных недр, водные ресурсы (планетарные запасы).

Исчерпаемые ресурсы, в свою очередь, подразделяют на невозобновляемые и возобновляемые. К невозобновляемым относят минерально-сырьевые, топливно-энергетические, земельные ресурсы, использование которых ведет к их истощению, а также ресурсы отдельных видов растительного и животного мира (в случае утраты их генофонда).

К возобновляемым ресурсам относят почвенные, биологические, некоторые виды минерального сырья — соли, осаждающиеся в озерах и морских лагунах. Они восстанавливаются, если сохраняются необходимые для этого условия, а масштабы их хозяйственного использования не превышают темпы естественного возобновления. Скорость возобновления этих ресурсов различна: для животных — несколько лет, для лесной растительности — 60 — 80 лет, а для восстановления почв, потерявших плодородие, требуются сотни и тысячи лет. Поэтому особо выделяют относительно (не полностью) возобновляемые ресурсы. К ним относятся, например, продуктивные пахотно-пригодные почвы, леса с

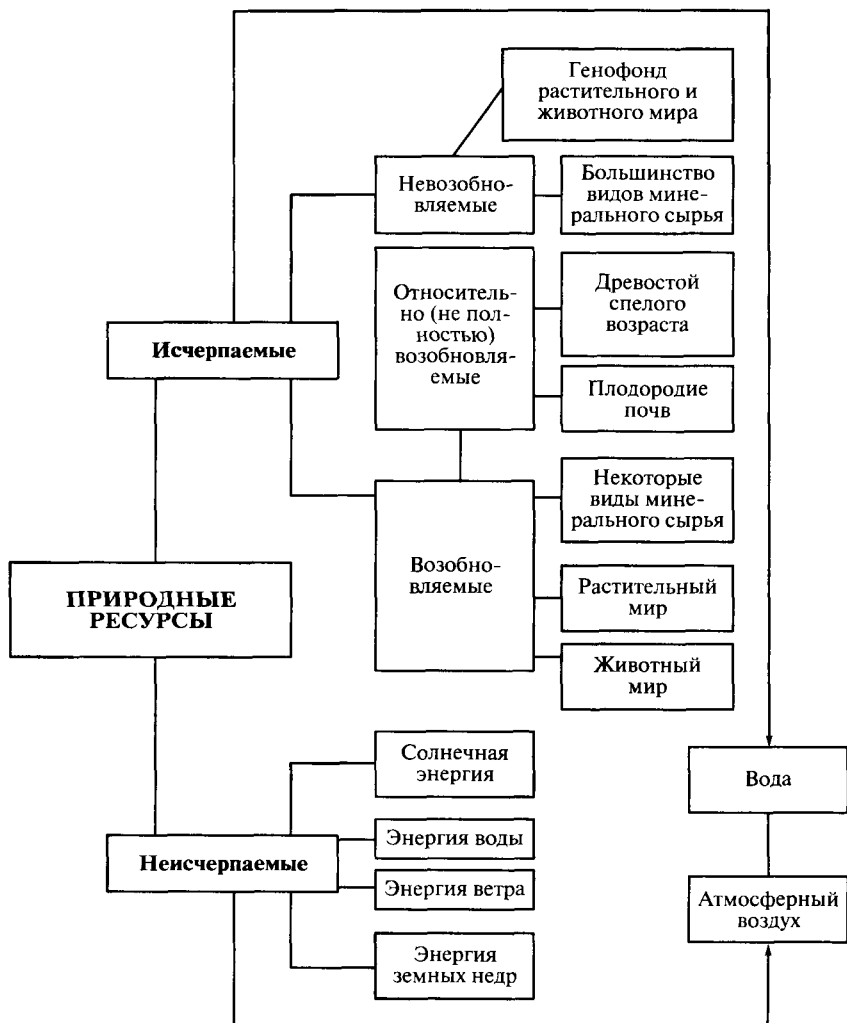


Рис. 2.2. Классификация природных ресурсов по признаку их истощаемости

древостоями спелого возраста, водные ресурсы в пределах какого-либо региона.

Однажды нарушенные земли, например, в ходе добычи полезных ископаемых (карьеры, отвалы) или промышленного строительства, уже не восстанавливаются в их естественном виде. Расходование элементов почвенного плодородия частично возмещается поступлением растительных остатков и растворенных веществ с грунто-

выми водами и поверхностным стоком. Но продуктивные почвы образуются крайне медленно — 1 см гумусового слоя черноземов формируется 300—600 лет. На восстановление дубовой рощи, пострадавшей от деятельности человека, требуется более 100 лет.

В настоящее время антропогенное разрушение почв и истребление тропических лесов в глобальном масштабе идут столь стремительно, что это дает основание отнести земельные и лесные ресурсы некоторых регионов планеты к невозобновляемым ресурсам.

Бесспорен факт практической неисчерпаемости водных ресурсов в планетарном масштабе. Однако на поверхности Земли запасы пресных вод распределены неравномерно, и на обширных территориях многих государств ощущается дефицит вод, пригодных для использования.

Необходимы точный учет и контроль объемов хозяйственного потребления наиболее уязвимых видов природных ресурсов, в первую очередь исчерпаемых, и особенно тех, масштабы возобновления которых значительно меньше масштабов хозяйственно-го потребления.

Век безоглядной эксплуатации природы человеком позади. Природа нуждается в сохранении и воспроизводстве ее ресурсов. Необходима особая забота о самом человеке, его здоровье. Экономика перестала быть единственной целью общественного прогресса. Главное внимание мировой цивилизации должно быть направлено на сбережение ресурсов жизни.

### **2.3. Природно-ресурсный потенциал территории**

Природные ресурсы — пространственно-временная категория. Это означает, что на Земле они распределены очень неравномерно, и со временем роль ресурсных факторов в экономическом развитии общества меняется. По мере развития хозяйства в оборот вовлекаются все новые виды ресурсов; растут различия между странами и регионами в уровне и характере обеспеченности природными ресурсами.

На начальных этапах развития общества решающую роль играли *агроклиматические ресурсы*. Плодородие почв, теплый климат с длительным вегетационным периодом, благоприятный для выращивания растений режим увлажнения, наличие возможностей для искусственного орошения земель привели к формированию ранних государств в Китае в долинах рек Янцзы и Хуанхэ, в Междуречье Тигра и Евфрата, в нижнем течении Нила.

В средние века с зарождением торговли, мореплавания, строительства решающую роль в развитии экономики многих возникших государств сыграло наличие полезных ископаемых.

Промышленная революция вовлекла в экономический оборот новые виды *минеральных ресурсов*. Страны, обладавшие месторождениями железной руды и каменного угля, в XVII—XVIII вв. заложили базу своей экономической мощи. В XIX—XX вв. стремительно развиваются страны — добытчики и экспортеры нефти.

По мере развития науки и техники, транспорта и коммуникаций увеличивается возможность международной специализации хозяйственной деятельности отдельных стран и относительно снижается роль природно-ресурсного фактора в их развитии. В настоящее время многие отрасли хозяйства «освободились» от сырьевой ориентации и тяготеют к иным факторам, определяющим развитие производства: источникам трудовых ресурсов, потребителю, научным центрам. Вместе с тем природно-ресурсный фактор сохраняет огромную значимость, остается важной предпосылкой социально-экономического развития. В частности, для многих развивающихся стран мира природные ресурсы являются основой развития их экономики, базирующейся на поставках сырья на мировой рынок. Например, страны ОПЕК (Венесуэла, Индонезия, Ливия, Иран, Кувейт, Катар, Саудовская Аравия и др.) — мировые поставщики нефти; Замбия и Конго — экспортеры меди на мировой рынок, Габон и Конго — поставщики марганца, Гвинея — бокситов; Малайзия, Индонезия, Боливия известны поставками олова.

В сущности, использование природных ресурсов отражает характер, уровень, специфику развития производительных сил в конкретной социально-экономической обстановке той или иной страны. Однако есть и обратная связь: развитие производительных сил в известной степени определяется природно-ресурсным потенциалом территории.

*Природно-ресурсный потенциал территории* — это та часть реальных запасов природных ресурсов, которая может быть вовлечена в хозяйственную деятельность при имеющихся технических и социально-экономических возможностях данной страны или региона.

*Доступные, или реальные, запасы* — это объемы природного ресурса, выявленные современными методами разведки или обследования, технически доступные и экономически рентабельные для освоения.

Ресурсы, использование которых в данном регионе технологически невозможно или нерентабельно из-за слишком высокой стоимости их добычи на сегодняшний день, называются *потенциальными ресурсами* (например, для большинства населенных регионов это пресные воды, законсервированные в ледниках, энергия земных недр и пр.).

Природно-ресурсный потенциал является важнейшим фактором в природопользовании.

Оценка различий природно-ресурсного потенциала в пределах территории (в частности, обеспеченности минеральными ресурсами, плодородными землями, благоприятными агроклиматическими условиями, рекреационными ресурсами и т. д.) лежит в основе *природно-ресурсного районирования территории*, учитывается при разработке программ территориального природопользования, планировании размещения хозяйства и населения страны.

Природные ресурсы (вместе с трудовыми) составляют основу национального богатства страны. Широкое вовлечение природных ресурсов в хозяйственную деятельность при их рациональном использовании может стать важнейшим фактором, обеспечивающим социально-экономический прогресс. По имеющимся прогнозам, страны и регионы, богатые сырьевыми ресурсами, могут в ближайшие десятилетия занять передовые позиции в цивилизованном мире. Это относится прежде всего к России, Канаде, Австралии, странам Южной Америки. По расчетам, к 2030 г. они должны обогнать страны Западной Европы по уровню социально-экономического развития. Вот почему проблема рационального природопользования приобретает в настоящее время огромную значимость.

## 2.4. Хозяйственная деятельность и изменение природных ресурсов

Хозяйственная специализация стран в мировой экономике объясняется как уровнем их исторического и социально-экономического развития, так и природно-ресурсным потенциалом их территорий. Общий мировой баланс природных ресурсов планеты, их запасов, состояния и перспектив использования представлен в табл. 2.2:

Таблица 2.2.

**Ресурсная база планеты (В. В. Вольский, 2001)**

Вид природных ресурсов	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
<b>Энергетические ресурсы</b>	
Нефть	Запасы — 270—300 млрд т. Ежегодный расход — свыше 3 млрд т. Перспективны на ближайшие 30—50 лет
Природный газ	Запасы — 270 млрд т нефтяного эквивалента — НЭ (145 трлн м <sup>3</sup> ). Ежегодный расход — 2 300 млрд м <sup>3</sup> . Перспективны на 30—60 лет

Вид природных ресурсов	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
Уголь	Запасы — 10 трлн т НЭ (1,5 трлн т). Ежегодный расход — 5 млрд т. Перспективны на 200 и более лет
Сланцы	Запасы значительны (40 трлн т НЭ). Используются слабо. Малоперспективны из-за высокой трудоемкости добычи и значительного объема отходов
Торф	Запасы значительны (150 млрд т по углероду). Малоперспективны из-за высокой зольности торфа и комплексного отрицательного воздействия добычи на окружающую среду
Гидроэнергия рек	Ограничена. Активно используется, несмотря на экологические проблемы. Все еще перспективна, особенно в развивающихся странах
Энергия атомного распада и ядерного синтеза	Запасы физически неисчерпаемы. Экологически этот вид энергии крайне опасен, пока не будут найдены способы надежного обеспечения безопасности производства и дезактивации отходов
Геотермальная энергия	Значительна. Слабо используется. Перспективна
Энергия морских приливов и отливов, океанские течения	Значительна. Слабо используется. Перспективна
Солнечная радиация	Практически неисчерпаема. Использование ограничено возможностями естественного оттока энергии из биосферы. Перспективна
Ветровая энергия	Используется давно. Имеет местное значение. В таком качестве перспективна
<b>Минеральные ресурсы (исключая топливные)</b>	
Металлические руды. Неметаллические полезные ископаемые	Постепенно истощаются. Ресурсы велики, кроме некоторых (меди, свинца, серебра, золота, перспективных на 15—20 лет). Требуется регуляция

Вид природных ресурсов	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
<b>Земельные и почвенные ресурсы</b>	
Почвы	Глобально сильно нарушены. Эродированы. Засолено 20 % орошаемых земель. Глобальное антропогенное опустынивание (7 % всей суши). Требуется экстренная регуляция
Геоморфологические структуры рельефа	Изменены локально (добыча полезных ископаемых, хозяйственная деятельность людей). Требуется внимание
Геоморфологические глубинные структуры	Изменены локально (в результате заполнения водохранилищ, откачки подземных вод, усыхания крупных водоемов и др.). Требуется внимание
<b>Ресурсы растительного и животного мира</b>	
Растительная биомасса	Глобально снизилась. Требуются внимание и регуляция
Хозяйственная производительность растительного покрова	Может быть повышена лишь в ограниченных масштабах
Генетико-видовой состав растительности	Под угрозой исчезновения до 10 % видов растений. Требуется охрана
Биомасса животного мира	В целом стабильна. Требуются внимание и регуляция
Хозяйственная производительность животного мира	В целом ниже желательного уровня. Может быть повышена, особенно локально. Имеют перспективы аква- и марикультуры
Генетико-видовой состав животного мира	Под угрозой исчезновения около 1 000 видов крупных животных и неизвестное количество мелких. Требуется неотложная охрана
<b>Водные ресурсы</b>	
Океанические и морские воды	Количество существенно не изменилось. Произошло некоторое подкисление вод мелководий. Глобально возросло содержание тяжелых металлов
Озера, водохранилища	Запасы — около 5 000 км <sup>3</sup> воды. Наблюдается закисление вод вследствие кислотных осадков, загрязнение сточными водами

Вид природных ресурсов	Краткая характеристика запасов, степени и перспектив их использования
Текущие воды (реки)	Во многих случаях глубоко антропогенно трансформированы и интенсивно используются. Сильно загрязнены. Водный сток нарушен. Требуется внимание и регуляция
<b>Климатические и рекреационные ресурсы</b>	
Естественные климатические ресурсы	Существует угроза резкого изменения под влиянием антропогенных факторов. Необходима регуляция
Ресурсы общего экологического баланса	Близки к исчерпанию. Угроза необратимых изменений экосистем. Необходимы внимание и срочные меры по регуляции
Рекреационные ресурсы	Происходит быстрое исчерпание, загрязнение. Требуется внимание
<b>Ресурсы пространства и времени</b>	
Ресурсы территории, водного, космического пространства	Наблюдаются неэкономность, неэффективность использования, загрязнение, перенаселенность, сверхконцентрация отходов. Требуется внимание и регуляция
Ресурсы пространства и времени	Один из самых дефицитных ресурсов. Человечество еще не перешло к системному ресурсному мышлению. Экологи горько шутят: «Человечество может решить все глобальные проблемы, но ему может не хватить на это времени!»

Мировое промышленное производство с середины XIX в. по настоящее время увеличилось более чем в 120 раз. При этом резко возросло потребление всех видов природных ресурсов на Земле. Возникла проблема количественного и качественного истощения их запасов. Под *количественным истощением* природных ресурсов понимают уменьшение разведанных запасов природного сырья, снижение ресурсообеспеченности отдельных стран. Под *качественным истощением* природных ресурсов понимают сокращение их запасов в результате потери качества.

*Ресурсообеспеченность* выражается количеством лет, на которые должно хватить запасов данного ресурса, или абсолютными показателями запасов в расчете на душу населения. По имеющимся данным, в мире в значительной степени истощились запасы



нефти, угля, близки к количественному истощению запасы многих цветных и редких металлов (рис. 2.3).

Большая часть нефтеносных районов мира сосредоточена в России (на севере и на юге Восточно-Европейской равнины, в Западной Сибири, на юге Восточной Сибири), Канаде, Мексике, на Ближнем и Среднем Востоке, в Южной Америке, Северном море, Индонезии, США; обнаружены богатые нефтеносные залежи на шельфах ряда морей. Прогнозируемые и разведанные запасы, как и добытые объемы нефти, в зарубежных странах оцениваются в баррелях (баррель равен 0,159 м<sup>3</sup>). В России как запасы, так и объемы добычи измеряют в тоннах. По самым оптимистическим подсчетам общие запасы нефти на Земле не превышают 1 000 млрд баррелей. Это означает, что при современном уровне потребления как выявленные (разведанные), так и прогнозируемые запасы нефти могут быть полностью исчерпаны в течение 100 лет. Нельзя сказать, что наступит крах цивилизации. Нефть уступит свое ведущее место другим источникам энергии, например, термоядерной и солнечной энергетике (Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов, 2003).

Природный углеводородный газ встречается либо вместе с нефтью, располагаясь над нею, либо отдельно. Крупнейшими запасами газа в мире обладают Россия, Ближний и Средний Восток, Северная Америка, Африка, Западная Европа.



Рис. 2.3. Обеспеченность стран мира (за исключением России) разведанными запасами полезных ископаемых (Н. Ф. Винокурова и др., 1995)

Запасов угля на Земле, согласно существующим подсчетам, должно хватить еще, как минимум, на одно тысячелетие. Мировая добыча угля сосредоточена в США, России, Германии и Великобритании.

Основными принципами рационализации природопользования в целях сокращения количественных потерь природных ресурсов должны стать экономное и комплексное использование сырья, полнота извлечения полезных компонентов и сокращение отходов переработки, вторичное использование промышленных отходов, применение безотходных технологий, принятие мер для воспро-



Рис. 2.4. Традиционные и альтернативные источники энергии (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997)

изводства утрачиваемых ресурсов, в частности, растительного и животного мира и др.

*Качественное истощение* природных ресурсов — загрязнение природных вод, почвенного покрова, атмосферного воздуха промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми выбросами, стоками и отходами — в настоящее время представляет большую опасность, чем их количественное истощение. Многие страны мира, в целом не обделенные запасами водных ресурсов, стоят сейчас перед угрозой «водного голода» из-за резкого ухудшения качества воды и нехватки пресной воды, пригодной для потребления. Статистика свидетельствует, что ежегодно в мире от употребления загрязненных вод заболевает более 500 млн чел. Если количественное истощение запасов отдельных видов природных ресурсов в ближайшем будущем человечеству не грозит, то проблема качественного истощения многих из них в глобальном, а тем более в локальных масштабах уже существует.

Необходимо кардинально пересмотреть отношение к природным ресурсам как к неисчерпаемому источнику, способному к неограниченному самовосстановлению и самоочищению. Требуется создание и повсеместное внедрение малоотходных энерго- и ресурсосберегающих технологий, полнота использования сырья, замена естественных ресурсов альтернативными (рис. 2.4). Правда, на современном уровне развития производства это связано с высокими материальными затратами.

Применяемые в настоящее время в промышленном и сельском хозяйстве многих стран мира технологии пока еще таковы, что не могут не нарушать целостности природной среды. Зная законы саморазвития природных сообществ, изучаемые экологией, можно преодолевать последствия воздействия человека на окружающую среду. Эти знания должны лежать в основе любой хозяйственной деятельности. Главный принцип экологически грамотного хозяйствования — действовать не вопреки природе, а в соответствии с ее законами.

### **Вопросы для контроля**

1. Что входит в понятие «окружающая среда»?
2. Что называется природными ресурсами?
3. Какие существуют классификации природных ресурсов?
4. Какую роль играет ресурсный фактор в экономическом развитии общества?
5. Что понимается под малоотходными и ресурсосберегающими технологиями?

# Взаимодействие человека и природы на разных этапах развития общества

### 3.1. Исторические этапы воздействия общества на окружающую среду

На начальных этапах экономического развития общества природные условия территорий предопределяли размещение населения и специализацию хозяйства. Деятельность человека скорее приспособлялась к природной обстановке, чем изменяла ее (табл. 3.1.).

Около 2 млн лет назад древнейшие предки человека — питекантропы и синантропы, на смену которым пришли неандертальцы, начали изготавливать простейшие орудия труда и охоты. Люди стали менее зависимыми от природы, пищевые ресурсы — более доступными, улучшился рацион питания за счет использования животного белка. Возникли первоначальная социальная организация людей, социальные связи, обмен информацией.

**Овладение огнем и использование орудий труда** — качественно новая ступень в организации древних людей, некоторое освобождение их от влияния неблагоприятных факторов среды. Этот начальный этап развития человечества в его взаимодействии с природой характеризует жесткая межвидовая борьба конкурирующих видов антропоидов за ресурсы охотничьих угодий, результатом которой было массовое уничтожение животных. «Кризис охотничьего хозяйства» — так можно охарактеризовать первый антропогенный кризис природопользования.

Следующим событием глобальной значимости, вслед за освоением огня, стала смена типа хозяйства. Появление современных людей — человека разумного (*Homo sapiens*) было отмечено постепенным **переходом от присваивающего хозяйства к производящему**: скотоводству и земледелию. Переход от собирательства и охоты к производству пищи означал качественно новую ступень независимости человека от природной среды. Членораздельная речь и сопутствующее ей абстрактное мышление, развившееся у человека 30 — 40 тыс. лет назад, привели его к согласованным действиям, что повысило выживаемость людей в среде их обитания.

**Основные этапы воздействия общества на природную среду**

Этап	Вид хозяйственной нагрузки	Экологические последствия
Присваивающее хозяйство (20—30 тыс. лет назад), первобытное общество	Собирательство, охота и рыболовство; усовершенствование орудий труда	Приспособление человека к природе, практически без нарушения ее целостности; борьба за охотничьи угодья, уничтожение животных
Сельскохозяйственная революция — переход от присваивающего хозяйства к производящему (6—8 тыс. лет назад), рабовладельческая эпоха, зарождение древних цивилизаций	Возделывание земель, развитие земледелия и скотоводства; использование древесины как основного источника энергии и строительного материала	Слабое преобразование естественных ландшафтов; освоение поливных и богарных земель; одомашнивание животных; сокращение лесных площадей
Феодалное общество эпохи Средневековья; появление частной собственности; разделение общества на классы; феодальные войны (V—XV вв. н. э.)	Увеличение численности населения; совершенствование натурального сельского хозяйства; вырубка лесов, развитие ремесел, кораблестроение; добыча минеральных ресурсов; переход к использованию вторичных природных ресурсов — продуктов земледелия, скотоводства, переработки минерального сырья	Преобразование ландшафтов, изменение естественного растительного покрова, осушение болот, строительство оросительных каналов; резкое увеличение нагрузки на окружающую природную среду
Зарождение капиталистических отношений, колониальные захваты. Великие географические открытия; расши-	Развитие фабричного производства, мануфактур; растущие потребности в использовании минеральных, водных ресурсов; расширение посевных	Великое переселение народов; освоение новых земель; рост городов; загрязнение воздушного бассейна из-за использования угля как топлива

Этап	Вид хозяйственной нагрузки	Экологические последствия
<p>рение границ ойкумены*; завоевание и заселение новых земель (XV—XVIII вв.)</p>	<p>площадей, сведение лесов под пашни, использование древесины для нужд строительства, кораблестроения</p>	
<p>Развитие капитализма; социальные революции, колониальные войны и разграбление колоний; промышленная революция (середина XVIII — середина XX в.)</p>	<p>Растущие потребности в минеральных ресурсах; рост фабрично-заводской промышленности, формирование промышленных центров, ускоренная урбанизация; расширение посевных площадей, совершенствование агроиндустрии</p>	<p>Преобразование естественных ландшафтов, постепенное превращение их в природно-антропогенные и антропогенные; замена первичного растительного покрова вторичным; возросшие масштабы воздействия на атмосферу, гидросферу, литосферу, биосферу; рост масштабов потребления природных ресурсов и загрязнения окружающей среды</p>
<p>Эпоха развитого индустриального общества; ресурсные и национальные конфликты; современный этап научно-технической революции (НТР); резкий скачок численности населения (с середины XX в. до настоящего времени)</p>	<p>Техногенез, коренные изменения в технической базе производства; массовый отток сельского населения в города; резкие сдвиги в системе «общество — природная среда»</p>	<p>Гигантские масштабы воздействия человеческого общества на все компоненты окружающей среды; истощение ресурсов; глобальное загрязнение планеты; угроза глобального экологического кризиса; растущая угроза для жизни и здоровья людей</p>

\* Ойкумена (от греч. *oikumene, oikeo* — населять) — населенная людьми часть Земли.

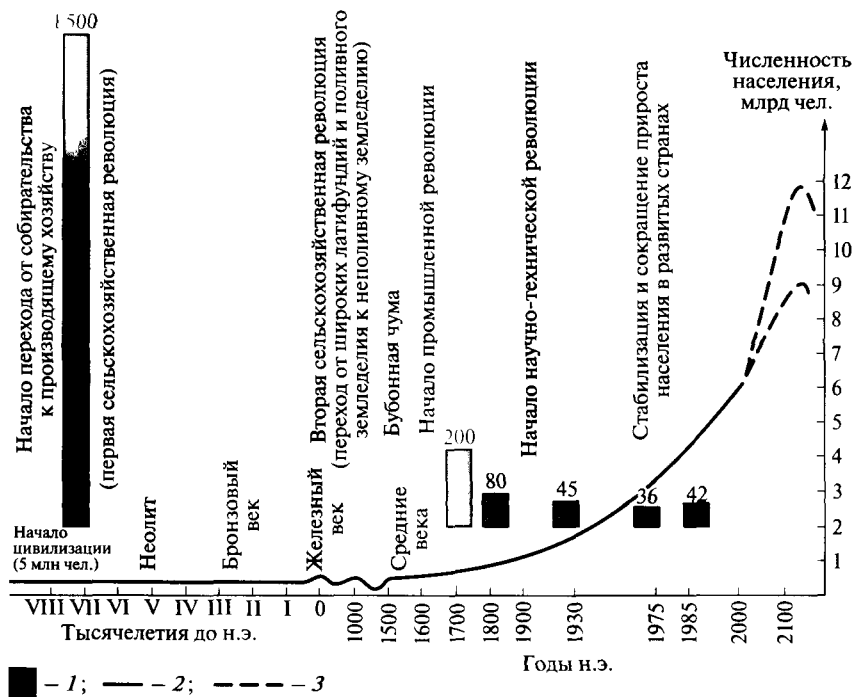


Рис. 3.1. Этапы развития человечества (Н. Ф. Винокурова, 1998):

1 — время удвоения численности населения Земли, годы; 2 — численность населения Земли, млрд чел.; 3 — прогнозируемая численность населения Земли, млрд чел. (два варианта прогноза)

Поиск человеком все новых и новых ресурсов, в том числе пищевых, в истории развития человечества отмечен возникновением около 10 тыс. лет назад сельского хозяйства — *первой сельскохозяйственной революцией* (рис. 3.1). Земледелие возникло на Ближнем Востоке. Человек стал производить пищу, вкладывая в нее свой труд и дополнительную энергию (механическую, мускульную силу домашних животных). Использование дикорастущих предшественников нынешних культурных злаков — ячменя и ржи, одомашнивание полезных животных — быков, лошадей, коз, собак — позволяли совершенствовать производство продовольствия, повышать его количество и качество (табл. 3.2.). В результате этих достижений начала расти численность населения.

Земледелие привело к оседлости, т. е. к упрочению территориальных связей местных групп людей. Возникали постоянные поселения, города. Росло число очагов концентрированного и все возрастающего давления человека на природную среду.

**Центры происхождения культурных растений**  
(Н. И. Вавилов, 1926, с изм.)

Центр и его доля в происхождении мировой культурной флоры	Географическое положение	Основные культуры
Тропический (30 %)	Тропическая Индия, Индокитай, Южный Китай, острова Юго-Восточной Азии	Рис, сахарный тростник (о. Новая Гвинея), финиковая пальма (Индия), бананы (Малайзия), персик (Китай), некоторые плодовые и овощные культуры
Восточно-Азиатский (20 %)	Субтропические и умеренные районы Центрального и Восточного Китая, Кореи, Японии, о. Тайвань	Камфорное дерево (о. Тайвань), соя (Китай), просо, таро, чай, некоторые овощные культуры, цитрусовые, кокосовая пальма, манго
Юго-Западно-Азиатский (15 %)	Кавказ	Пшеница, рожь, некоторые плодовые культуры (яблоня, груша)
	П-ов Малая Азия, Сирия, Палестина, Иордания, Иран, Северный Афганистан	Овес, рожь, морковь, инжир, виноград
	Пенджаб, Кашмир, Белуджистан, юг Афганистана	Дикие родственники пшеницы, ржи, некоторых плодовых культур, опиный мак
Средиземно-морский (10—11 %)	Побережье Средиземного моря	Маслина, свекла, капуста, лен
Абиссинский (3—4 %)	Эфиопское нагорье	Хлебный злак тэфф, кофейное дерево, некоторые виды сорго, коровий горох, арбуз
Центрально-Американский (8 %)	Вест-Индия	Длинноволокнистый хлопчатник, арахис
	Центральная Америка	Тыква, сладкий картофель, фасоль, авокадо



Центр и его доля в происхождении мировой культурной флоры	Географическое положение	Основные культуры
	Южная Америка	Какао (бассейн р. Ориноко), табак (бассейн р. Ла-Плата), арахис
Андийский (8—9%)	Горные районы Анд	Томаты, хинное дерево, кокаиновый куст, картофель

Человечество перешло к производству продовольствия. Применение домашних животных, а затем машин, сооружение оросительных каналов давало возможность повышать урожайность сельскохозяйственных культур и обеспечивало относительную независимость человека от окружающей среды. Использование древесины как основного источника энергии и строительного материала привело к сокращению площадей лесных массивов. Леса начали вырубать и для освобождения земель под пашни. Древесину также использовали ремесленники как поделочное сырье.

Поливное земледелие получило широкое распространение в странах древних цивилизаций: прежде всего в долинах Нила, Тигра и Евфрата, Инда, Ганга, Хуанхэ и Янцзы, а впоследствии на территории Древнего Рима и Древней Греции. Развитие человечества шло быстрыми темпами. Появление транспортных средств расширило сообщение между регионами Земли, усилилось смешение народов и рас. По мнению исследователей, на рубеже нашей эры на земном шаре проживало несколько десятков миллионов людей. Но прирост населения шел медленно, так как люди вели постоянную борьбу за выживание. О зависимости человека от неподвластных ему сил природы повествуют многие религиозные предания, например библейская легенда о всемирном потопе.

Постепенно общество примитивного натурального хозяйства приходит в упадок. В этот период происходит гибель античных цивилизаций. Отмечается избыточная перенаселенность развитых регионов планеты, что приводит к частым войнам.

Письменность, возникшая 4—5 тыс. лет назад, оставила немало свидетельств, указывающих на природные причины гибели древних цивилизаций, в частности шумерской, погибшей в конце третьего тысячелетия до н. э. от сильной засухи. По-видимому,

экологические кризисы и катастрофы не были редкими в эволюции Земли и в истории человечества.

Для средних веков характерно более широкое вовлечение в хозяйственный оборот ресурсов, не связанных с удовлетворением пищевых потребностей, — лесных, минеральных. Развивается строительство зданий, кораблестроение, получают распространение металлические орудия труда и оружие.

Колониальные захваты на заре промышленного развития приводят к массовым переселениям народов. Возрастает численность населения планеты, растет нагрузка на землю, особенно в бывших районах поливного земледелия муссонной Азии и тропической Африки, многие из которых постепенно приходят в упадок. Идет истощение земель в перенаселенных странах Южной Европы, деградируют пастбища, резко сокращается площадь лесов.

**Вторая сельскохозяйственная революция** (см. рис. 3.1), основанная на применении металлических орудий труда в земледелии («железный век»), заменивших малопродуктивный ручной труд, означала переход к широкому освоению неполивных земель, увеличению земельных наделов, более глубокой обработке почв, применению удобрений. Но и в этот период средства и способы воздействия человека на природу редко выходили за допустимые пределы.

Качественный скачок в освоении планеты начался в позднем средневековье, на заре зарождения капиталистических отношений. В эпоху Великих географических открытий (XV—XVII вв.) существенно раздвинулись границы ойкумены — заселенной человечеством части планеты. В хозяйственный оборот были вовлечены обширные колониальные владения, созданные западноевропейскими державами (Испанией, Португалией, Великобританией, Нидерландами, Францией) на необжитых землях Америки, Австралии и Океании, с их несметными природными богатствами и рабочей силой в виде миллионов рабов.

**Промышленная революция** вовлекла в экономический оборот новые виды минеральных ресурсов. Наличие полезных ископаемых стало играть решающую роль в экономическом развитии регионов. В странах, обладавших месторождениями железной руды и каменного угля, в XVII—XVIII вв. стали формироваться промышленные густонаселенные районы, где создавались новые отрасли промышленности — черная металлургия и машиностроение (Рур, Эльзас и Лотарингия, Донбасс, Урал).

Интенсивная разработка всех видов ископаемого топлива, развитие фабрично-заводской промышленности с использованием различных машин и механизмов приобрели особый размах в XVIII—XX вв. Масштаб невиданного ранее воздействия человека на среду его обитания быстро возрастал. Осваивались морские

акватории, начались массовая подземная добыча минерального сырья, гидроэнергетическое строительство. Быстрыми темпами росло загрязнение окружающей среды, которое постепенно приобрело глобальный масштаб. Начала проявляться нехватка невозобновляемых природных ресурсов в отдельных регионах. Многие территории земного шара стали страдать от перенаселения, быстро увеличивалось число городов. Последствиями всех видов этих воздействий стали загрязнение воздушного бассейна и речных систем, снижение плодородия почв, уничтожение многих видов животных и растений, изменение отдельных компонентов природной среды, коренная перестройка естественных природных ландшафтов и комплексов. Назревали ресурсные и национальные конфликты, началась борьба за передел мира, приведшая к Первой и Второй мировым войнам, социальным революциям XX в. Дух потребительства и наживы, поразивший цивилизацию, дал толчок прогрессирующему ухудшению состояния окружающей среды. На повестку дня встал вопрос об экологическом кризисе, нависшем над планетой.

### **3.2. Изменение природы человеком в новейшее время**

Вторая половина XX в. — качественно новый этап в истории взаимодействия человека и природы. Аналогично первому экономическому перевороту в истории человечества, произошедшему в эпоху позднейшего каменного века (неолита), когда человек перешел от собирательства к производящему хозяйству, 1950-е гг. знаменуются коренными сдвигами в развитии производительных сил общества.

Современная *научно-техническая революция (НТР)*, связанная с развитием науки, превращением ее в ведущий фактор развития общества, означала переход к новому этапу научно-технического прогресса, бурного развития техники, появления новых технологий, способствовавших интенсификации общественного производства. Произошел гигантский скачок в развитии всех сфер мирового хозяйства, прежде всего промышленности, в производство вовлекаются в невиданных ранее объемах новые природные ресурсы. Резкий рост энерговооруженности труда вследствие использования новых месторождений нефти мирового значения, развития атомной энергетики, массовой подземной добычи топлива, гидроэнергетического строительства привел к интенсивной индустриализации хозяйства.

Усиленное применение химических средств защиты растений, минеральных удобрений, новой техники позволило интенсифи-

цировать сельское хозяйство, продвинуть его в малодоступные прежде районы. В настоящее время в сферу жизнедеятельности человека оказалась вовлеченной практически вся земная поверхность, даже природные ландшафты с экстремальными условиями среды: пустынные и полупустынные районы, околополярные территории Крайнего Севера, высокогорья, ледяные пустыни, непроходимые некогда тропические леса. Стало возможным использовать глубинные просторы Мирового океана, его несметные биологические, минеральные, химические ресурсы.

Научно-техническая революция во всех сферах хозяйственной деятельности общества сопровождалась коренными сдвигами в типах воспроизводства населения. Благодаря социальному и экономическому прогрессу существенно повысилось качество жизни людей во многих странах, улучшились условия труда, выросли благосостояние, уровень здравоохранения, образования и культуры. Никогда еще не отмечался столь быстрый **рост численности населения** планеты, как во второй половине XX в. (табл. 3.3).

Если в начале XX в. абсолютный ежегодный прирост населения в мире составлял 10—15 млн чел., то к середине века он достиг 40—50 млн, а в 1990-е гг. — уже 90 млн чел. В результате этого численность населения планеты в 1960 г. достигла 3 млрд, в 1987 г. —

Таблица 3.3

**Рост численности населения Земли**  
(Б. Ц. Урланис и В. В. Покшишевский)

Период	Датировка	Численность населения к началу периода (млн чел.)
Неолит	7 тыс. лет до н. э.	10
Античная эпоха	2 тыс. лет до н. э.	50
Начало нашей эры, раннее средневековье	0	230
Средние века	1 000	305
Позднее средневековье	1 500	440
Начало нового времени	1 650	550
Новое время	1 800	952
Конец нового времени	1 900	1 656
Новейшее время	1 950	2 527
Недавнее прошлое	1 980	4 430
Настоящее время	2 000	6 500

5 млрд, а в 1999 г. — 6 млрд чел. Согласно имеющимся демографическим прогнозам, подобный рост будет продолжаться и в XXI в.

Быстрый рост народонаселения Земли, получивший наименование «демографического взрыва», вызвал к жизни глобальную демографическую проблему. Сущность ее состоит в том, что при подобном увеличении числа землян становится все труднее обеспечивать их необходимым количеством продовольствия, топлива, сырья и других жизненно важных ресурсов, сохранять благоприятную среду обитания. Человечество во второй половине XX в. сумело предотвратить обострение глобальной продовольственной проблемы. Средний мировой уровень продовольственного обеспечения в расчете на одного человека, составлявший в начале 1960-х гг. 2 300 ккал, достиг в 1980-е гг. почти 2 700 ккал, при минимуме 2 000 ккал (в Африке) и максимуме 3 362 ккал (в Северной Америке). В 1960—80-х гг. производство основных продуктов питания в развивающихся странах опережало темп роста численности населения в среднем на 0,3 % в год, в том числе в странах Азии на 0,7 %, и лишь в странах Африки отставало на 0,9 % (Ю. Г. Липец, 1999).

Продолжающийся рост народонаселения планеты, особенно в развивающихся странах (рис. 3.2), сокращение возможностей для экстенсивного развития мирового сельского хозяйства, напряженность политической и социально-экономической обстановки в различных регионах земного шара делают продовольственную проблему одной из важнейших глобальных проблем современности, требующих совместных усилий мирового сообщества для ее решения (см. рис. 1.1).

Итак, середина XX в. отмечена в истории общественного развития гигантскими масштабами воздействия человека на природу, обусловленными двумя главными факторами: научно-технической революцией и ростом численности населения земного шара.

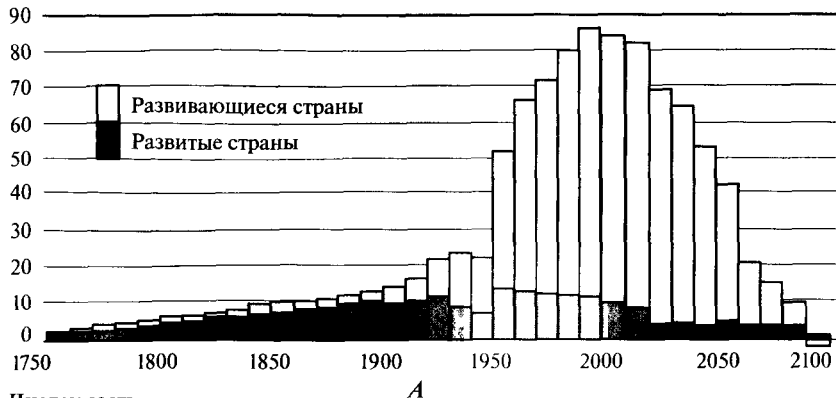
Оценивая масштаб современного воздействия человечества на географическую оболочку Земли, геолог А. П. Павлов (1854—1929) подчеркивал, что человек становится могучей и все растущей геологической силой. Эту же идею развивал академик В. И. Вернадский: «В XX в. впервые в истории Земли человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земли, расселился по всей ее поверхности. *Человечество своей жизнью стало единым целым...* Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой»\*.

Наиболее существенны из последствий антропогенного вмешательства в жизнь планеты следующие:

---

\* *Вернадский В. И.* Биосфера. Мысли и наброски. — М.: Ноосфера, 2001. — С. 175.

Прирост населения,  
млн чел.



Численность,  
млрд чел.

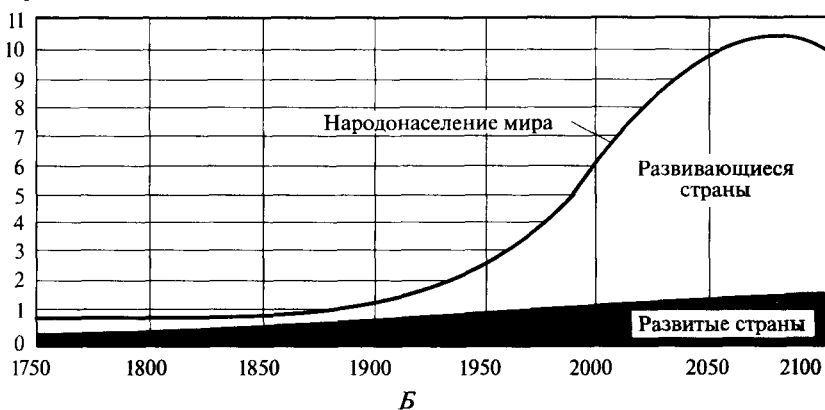


Рис. 3.2. Сравнение развитых и развивающихся стран по среднегодовому приросту (А) и численности (Б) населения (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997)

— количественное и качественное истощение всех видов природных ресурсов, обусловленное возросшими объемами их потребления;

— загрязнение природной среды отходами производства, нарушение баланса круговорота веществ в воздушной и водной оболочках Земли и, как следствие, — ухудшение экологических условий жизни людей, сказывающееся на состоянии их здоровья;

— разрушение естественных природных ландшафтов, вытеснение их искусственной антропогенной средой, неустойчивой и менее пригодной для жизни людей.

### **3.3. Глобальный экологический кризис современности и его проявления на планете**

#### **Критерии оценки экологических проблем и ситуаций.**

В зависимости от признаков, по которым проводится классификация, выделяют следующие группы экологических проблем:

— по масштабности, пространственному охвату территорий — локальные, региональные, глобальные;

— по источникам, видам антропогенных воздействий — природнообусловленные, антропогенные, в том числе промышленные, сельскохозяйственные, транспортные, гидротехнические и т. д.;

— по объекту воздействия (компоненту природы) — атмосферные, водные, почвенные, геологические, биотические, комплексные;

— по остроте ситуации — очень острые (катастрофические, кризисные), острые (критические), умеренно острые (напряженные, конфликтные);

— по последствиям антропогенных воздействий, остроте негативных изменений в окружающей природной среде, приводящих к нарушениям природного потенциала территорий разного масштаба — ведущие к возникновению удовлетворительной, конфликтной, напряженной, критической, кризисной, катастрофической экологических ситуаций.

Каждая территория, подлежащая оценке, обладает природным потенциалом («природной емкостью»). Его нарушения определяют три группы экологических проблем:

— связанные с изменением потенциала устойчивости природных экосистем, их способности поддерживать структуру и функционирование и/или восстанавливать их после антропогенного воздействия;

— обусловленные переиспользованием природно-ресурсного потенциала территорий, в результате которого возникает угроза способности природной среды обеспечивать общественное производство природными ресурсами;

— отражающие уменьшение экологического потенциала территорий, т. е. способности природных систем удовлетворять потребности человека в средствах существования (воздухе, свете, тепле, чистой питьевой воде, продовольствии) и условиях для трудовой деятельности и духовного развития. Снижение экологического потенциала территории может быть связано с факторами природного характера (экстремальные природные условия, возможность стихийных бедствий) или с хозяйственным воздействием.

Оценка остроты экологических ситуаций основана на анализе экологических проблем, характере и интенсивности проявления их последствий (по Б. И. Кочурову, 1999).

При *удовлетворительной ситуации* показатели свойств природного потенциала территории не нарушены.

*Конфликтная ситуация* характеризуется незначительными в пространстве и во времени изменениями ландшафтов, в том числе их средо- и ресурсовоспроизводящих свойств, т. е. способности к восстановлению в процессе саморегуляции или проведения природоохранных мероприятий.

При *напряженной ситуации* отмечается деградация отдельных компонентов ландшафтов или природных ресурсов, в ряде случаев ведущая к ухудшению условий проживания населения.

*Критическая ситуация* возникает при значительных и слабокомпенсируемых нарушениях компонентов среды, угрозе истощения или утраты природных ресурсов, устойчивом росте заболеваемости населения из-за ухудшения условий проживания.

*Кризисная экологическая ситуация* характеризуется очень значительными и практически не компенсируемыми изменениями природного окружения, заменой естественных экосистем



Рис. 3.3. Основные изменения глобальной экологической обстановки в конце XX в. (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997)



малопродуктивными вторичными системами, истощением ресурсов и резким ухудшением здоровья населения, требующим принятия срочных мер.

*Катастрофическая экологическая ситуация* означает необратимость изменений природы, утрату природных ресурсов, угрозу жизни людей, утрату генофонда и уникальных природных объектов. Она может развиваться постепенно, при нарастающем изменении природы в результате многократных превышений допустимых пределов антропогенных нагрузок, или наступить внезапно, при крупной техногенной аварии или стихийном бедствии разрушительного масштаба.

Экологическая ситуация, сложившаяся в мире в начале XXI в., характеризуется исследователями по многим показателям как кризисная, угрожающая целостности географической оболочки Земли и сохранности здоровья населения планеты. Пространственная локализация экологических проблем и оценка степени их остроты позволяют говорить о глобальном экологическом кризисе на современном историческом этапе развития человеческого общества.

Более наглядно современные изменения глобальной экологической обстановки представлены на рис. 3.3.

**Масштаб проявления современного экологического кризиса.** Глобальность экологических проблем обусловлена следующими фактами:

- экологический кризис второй половины XX в. касается всей территории планеты, всей географической среды обитания человека, всех компонентов географической оболочки Земли, охваченной практической деятельностью общества, всех ее составляющих (литосферы, атмосферы, гидросферы, биосферы);

- современный экологический кризис, возникший в результате объективного развития человеческого общества, создает угрозу всему человечеству и каждому человеку в отдельности, угрозу существованию цивилизации;

- решение экологических проблем в настоящее время требует совместных усилий всех стран, всех членов мирового сообщества.

Нарастание глобальной экологической напряженности в мире проявляется в следующих социальных последствиях глобального масштаба:

- рост заболеваемости населения, особенно в городах;

- увеличивающийся недостаток продовольственных ресурсов в мире;

- экологические миграции населения по всему земному шару в условиях обострившихся локальных экологических конфликтов;

– экологическая агрессия (перенос вредных, энерго- и ресурсоемких производств и технологий и вывоз токсичных отходов в развивающиеся страны).

**Глобальный процесс нарушения равновесного состояния географической оболочки Земли.** Как известно, структурные компоненты географической оболочки Земли тесно связаны между собой сложными биогеохимическими циклами миграции веществ и энергии. Процессы взаимодействия протекают на разных уровнях: между геосферами (атмо-, гидро-, лито- и биосферой), между отдельными ландшафтами, регионами и т.д. Однако повсюду действует единый процесс обмена веществом и энергией. Многие элементы, пройдя цепь биологических и химических превращений, возвращаются в состав исходных химических соединений. Главной движущей силой в функционировании как глобального, так и локальных круговоротов веществ являются сами живые организмы.

Многие ученые, начиная с В. И. Вернадского, рассматривали глобальный биогеохимический круговорот элементов в природе как один из важнейших факторов поддержания динамических равновесий в биосфере. Между отдельными малыми (или частными) круговоротами существуют сложные взаимосвязи, что в конечном счете приводит к постоянному перераспределению вещества и энергии между ними, обеспечивает многократность возникновения одних и тех же органических форм при ограниченном объеме исходного вещества, участвующего в круговоротах.

В настоящее время самую широкую поддержку среди специалистов находит мнение о том, что естественная глобальная экосистема (биосфера) должна быть сохранена в необходимом объеме и состоянии, так как она не только обеспечивает потребности человека и созданных им хозяйственных структур, но и поддерживает существование Жизни в целом.

В результате хозяйственной деятельности все более нарушается природное соотношение кислорода и углекислого газа в атмосфере. Люди расходуют кислорода на 15—20 % больше, чем его вырабатывают растения планеты. Некоторые государства (США, Швейцария, страны с преобладанием пустынных ландшафтов) находятся уже на «кислородном иждивении» стран, имеющих большие площади лесов, — Канады, Бразилии, России, так как общепланетарная циркуляция атмосферы в определенной степени компенсирует антропогенную убыль кислорода в отдельных регионах. На территории России имеются регионы, которые тоже имеют отрицательный баланс кислорода. Это наблюдается, например, в пределах Центрального экономического района, где ежегодное сжигание предприятиями до 100 млн т горючего при-

водит к нарастанию дефицита кислорода, превышающего 120 млн т. При этом общая площадь лесов, восстанавливающих запасы кислорода, составляет здесь не менее 45 % территории (В. В. Братков, 2006).

Очевидно, что биосфера и природные экосистемы обладают некоторой предельной хозяйственной емкостью, превышение которой вызывает разрушение биосферы и экосистем, которые уже не восстанавливаются несмотря на весь комплекс принимаемых мер. Как видно из табл. 3.4, в первые десятилетия XXI в. тенденции глобальных негативных изменений в окружающей среде не только будут сохраняться, но и усилятся.

Задача биологической стабилизации окружающей среды состоит в определении допустимого антропогенного возмущения окружающей среды, при котором она сама способна достаточно быстро восстанавливать свою стабильность.

Человеческое общество, используя природные ресурсы, взяло на себя внутри биосферы в основном функции синтеза, а функции разложения предоставило природе, пытаясь заставить ее ассимилировать отходы производства. Человек в настоящее время синтезирует около 10 млн веществ, производит в крупных масштабах — более 50 тыс. веществ и в особо крупных масштабах примерно 5 тыс. веществ (В. И. Данилов-Данильян, 1994). Значительная часть производимых человеком веществ чужда природе и поэтому не поддается разложению. Образуются гигантские массы отходов, загрязняющих окружающую среду.

Загрязнение окружающей среды в глобальном масштабе — основной фактор, оказывающий негативное воздействие на состояние географической оболочки Земли в целом.

*Загрязнение* — это привнесение в среду или возникновение в ней не свойственных ей физических, химических, биологических, механических или информационных агентов или превышение в рассматриваемое время среднесноголетнего уровня концентрации перечисленных агентов, нередко приводящее к негативным экологическим последствиям.

Загрязнение атмосферы (воздушной оболочки Земли) при поступлении в нее примесей естественного или антропогенного происхождения нарушает круговорот основных составляющих ее элементов — кислорода, углерода, азота и водорода. **К природным источникам загрязнения атмосферы** относятся извержения вулканов, пыльные бури, лесные пожары, космическая пыль, частицы морской соли, продукты растительного, животного и микробиологического происхождения.

Кислород используется в процессе дыхания, окисления органических веществ. Углекислый газ потребляется в процессе фотосинтеза растениями и выделяется при разложении органических

**Тенденции глобальных изменений окружающей среды**  
(К. С. Лосев и др. 1993, с доп.)

Характеристика	Тенденция 1972—1992 гг.	Сценарий до 2030 г.
Потребление первичной биологической продукции	Рост потребления: 40 % на суше, 25 % — на Земле в целом (оценка 1985 г.)	Рост потребления: 80—85 % на суше, 50—60 % на Земле в целом
Изменение концентрации парниковых газов в атмосфере	Рост концентрации парниковых газов от десятых долей процента до нескольких процентов ежегодно	Рост концентрации, ускорение роста концентрации CO <sub>2</sub> и CH <sub>4</sub> за счет ускорения разрушения биоты
Истощение озонового слоя, рост озоновой дыры в Антарктиде	Истощение озонового слоя на 1—2 % ежегодно, рост площади озоновой дыры	Сохранение тенденции даже при прекращении выброса хлорфторуглеродов
Сокращение площади лесов, особенно тропических	Сокращение со скоростью от 117 (1980 г.) до 180 ± 20 тыс. км <sup>2</sup> (1989 г.) в год; лесовосстановление относится к сведению как 1 : 10	Сохранение тенденции, сокращение площади лесов в тропиках с 18 (1990 г.) до 9—11 млн км <sup>2</sup> (2030 г.), сокращение площади лесов умеренного пояса
Опустынивание	Расширение площади пустынь (60 тыс. км <sup>2</sup> в год), рост техногенного опустынивания	Сохранение тенденции, возможен рост темпов за счет уменьшения влагооборота на суше
Деградация земель	Рост эрозии (24 млрд т ежегодно), снижение плодородия, накопление загрязнителей, закисление, засоление	Сохранение тенденции, рост эрозии и загрязнения, сокращение площади сельскохозяйственных земель на душу населения
Повышение уровня Мирового океана; обострение проблем прибрежных регионов	Подъем уровня океана на 1—2 мм/год	Сохранение тенденции, возможно ускорение подъема уровня до 7 мм/год

Характеристика	Тенденция 1972—1992 гг.	Сценарий до 2030 г.
Потеря биоразнообразия, утрата видов	Быстрое исчезновение видов	Усиление тенденции по мере разрушения биосферы; сокращение числа видов на 25 % к 2030 г.
Качественное истощение вод суши	Рост объемов сточных вод, точечных и площадных источников загрязнения, числа поллютантов и их концентраций	Сохранение и нарастание тенденций, обострение проблемы нехватки чистой воды, особенно в развивающихся странах
Загрязнение окружающей среды, накопление поллютантов в средах и организмах, миграция их по трофическим цепям	Рост массы и числа поллютантов в средах и организмах, рост радиоактивности среды	Сохранение тенденций и возможное усиление
Ухудшение условий проживания людей, рост генетических заболеваний и заболеваний, связанных с экологическими нарушениями, появление новых болезней	Рост бедности, нехватка продовольствия, высокая детская смертность, высокий уровень заболеваемости, необеспеченность чистой питьевой водой в развивающихся странах; проживание в зонах высокого загрязнения, рост генетических заболеваний, высокий уровень аварийности, рост потребления лекарств, рост аллергических заболеваний в развитых странах; пандемия СПИД в мире, понижение иммунного статуса	Сохранение тенденций, рост нехватки продовольствия, рост генетических заболеваний и заболеваний, связанных с экологическими нарушениями, расширение территории инфекционных заболеваний, появление новых болезней

остатков. Если содержание  $O_2$  и  $N_2$  в атмосфере относительно постоянно, то распределение  $O_3$  и водяного пара меняется в зависимости от времени года, географической широты и др.

В настоящее время к естественным факторам изменчивости атмосферы добавился антропогенный фактор. Главный вклад в **антропогенное загрязнение атмосферы** вносят следующие процессы:

— сжигание горючих ископаемых, сопровождаемое выбросом более 5 млрд т  $CO_2$  в год, в результате которого за 100 лет (1860—1960 гг.) содержание  $CO_2$  в атмосфере Земли увеличилось на 18 %;

— работа тепловых электростанций, сжигающих высокосернистые угли с выделением большого количества сернистого газа, который служит причиной кислотных дождей;

— полеты современных турбореактивных самолетов, выбрасывающих оксиды азота и газообразные фторуглеводороды, которые приводят к повреждению озонового слоя атмосферы;

— сжигание топлива в котлах и двигателях транспортных средств, сопровождающееся образованием оксидов азота, которые вызывают смог.

К основным антропогенным источникам загрязнения атмосферы (М. М. Судо, 1981) относятся автотранспорт (выхлопные газы содержат  $CO_2$ , оксиды серы, азота, альдегиды, свинец, хлориды и др.), теплоэнергетика (выбрасывает  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , углеводороды, ртуть, свинец, мышьяк, хлор, ванадий и др.), машиностроение (аэрозоли, пары растворителей, бензол, толуол, ксилол, ацетон, бензин, пыль различного химического состава,  $SO_2$ , оксиды углерода и азота), производство строительных материалов (оксиды углерода и азота, фенол, формальдегид, сера, сажа, свинец, красители, цемент, асбест, нитроцеллюлозные и полиэфирные масла), черная и цветная металлургия (оксиды углерода и азота,  $SO_2$ , углеводороды,  $SiO_2$ , металлическая пыль — оксиды железа, марганца, цинка, ванадия, никеля и др.), нефтегазовая промышленность ( $SO_2$ , оксиды серы, азота, сероводород, минеральная пыль, углеводороды, альдегиды).

Во второй половине XX в. вследствие быстрого экономического роста человек качественно изменил химическую обстановку на поверхности планеты, включив в круговороты совершенно новые, неизвестные природе вещества, и особенно — увеличив массу токсичных веществ (табл. 3.5).

Большую часть загрязнений атмосферы от стационарных источников дают предприятия металлургического, энергетического и нефтехимического комплексов, где происходит сжигание основной массы ископаемого топлива. От значительной части этих веществ атмосфера освобождается, так как вместе с осадками они

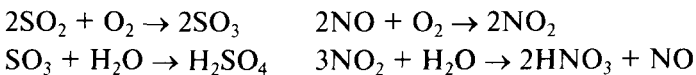
**Производство опасных отходов**  
(В. И. Данилов-Данильян, 1994)

Страна	Количество отходов, тыс. т	
	в начале 1980-х гг.	в конце 1980-х гг.
США	264 000	275 000
ФРГ (без ГДР)	4 892	6 000
Италия	—	3 800
Великобритания	1 500	4 500
Франция	2 000	3 000
Россия	—	20 000
Мир в целом	—	338 000

поступают в почву или воду, загрязняя их. Однако процесс самоочищения атмосферы все больше отстает от процесса поступления отходов, которые, накапливаясь, взаимодействуют друг с другом и образуют новые, иногда еще более вредные соединения.

Россия занимает невыгодное географическое положение по отношению к трансграничному переносу загрязнителей в атмосфере. В связи с преобладанием в средних широтах западного переноса воздушных масс в страну поступает значительное количество поллютантов из стран Западной и Центральной Европы и ближнего зарубежья — Украины, Белоруссии, стран Балтии, Скандинавии.

С накоплением в атмосфере оксидов серы и азота связана глобальная экологическая проблема, ставшая настоящим «бичом» для всего человечества — **выпадение «кислотных дождей»**. Основные компоненты кислотных осадков — это аэрозоли оксидов серы и азота:  $SO_x$  и  $NO_x$ . Они могут быть естественного происхождения (извержения вулканов, грозовые разряды и молнии, лесные пожары) или антропогенного (сжигание угля в котельных, на тепловых электростанциях, выбросы промышленности и автотранспорта) (табл. 3.6). При взаимодействии с атмосферной, почвенной или гидросферной влагой эти аэрозоли образуют серную и азотную кислоты:



В естественных условиях атмосферные осадки обычно имеют нейтральную или слабокислую реакцию ( $pH < 7$ ). В присутствии

**Антропогенные выбросы SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>**  
(Н. Ф. Винокурова, 1998)

Источник	Загрязняющие вещества, %	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
ТЭС	55	37
Промышленность	44	13
Транспорт	1	50

углекислого газа при температуре воздуха около 20 °С дождевая вода имеет кислотность 5,6. Осадки с pH ниже 5 называются «кислотными дождями».

В своей эволюции живые организмы приспособились к определенному интервалу кислотности среды (pH). Изменение pH ведет к существенной перестройке водных и наземных экосистем, их живых обитателей. Впервые это явление наблюдали в 1911 г. в Норвегии, где из-за подкисления природных вод внутренних озер погибло много рыбы. Когда такие явления стали массовыми, они привлекли внимание общественности. Аналогичные случаи отмечались в 1960-х гг. в промышленных районах Швеции, Канады и США. Удалось установить, что их причиной были дожди с высоким содержанием серной кислоты.

Оказалось, что кислотные дожди не обязательно выпадают вблизи источника загрязнения. Многие загрязняющие вещества, особенно в виде аэрозолей, могут переноситься в атмосфере на чрезвычайно большие расстояния. Эти процессы не имеют национальных границ, а носят глобальный характер.

Образуясь в результате загрязнения атмосферы, кислотные дожди наносят серьезный экологический ущерб многим компонентам биосферы: губят лес, почвы, водоемы, обитающие в них организмы, отражаются на здоровье людей. В Западной Европе количество лесов, пострадавших в результате подкисления почв и кислых дождей, достигло 30 %, а местами и более 50 %. В России более 600 тыс. га лесных массивов, расположенных в зонах выбросов промышленных предприятий, находятся в состоянии полного или частичного высыхания.

Образующиеся кислоты, попадая в какую-либо среду, в результате обменных процессов способны вытеснять из нее токсичные металлы — ртуть, алюминий, свинец, кадмий. Последние переходят в подвижное состояние и загрязняют питьевую воду, потребляемую человеком, губят рыбу и другие водные организмы. Кислотные дожди оказывают также разрушительное действие на



исторические и архитектурные памятники, наносят вред зданиям и производственным сооружениям из природного камня и бетона. Усиление коррозии металлов, вследствие кислотных дождей приводит к гибели металлических сооружений — мостов, железных дорог и т. д.

Чрезвычайно опасно **увеличение содержания в атмосфере углекислого газа**. В газовом составе атмосферы его по объему (0,03 %) значительно меньше, чем азота (78,09 %), кислорода (20,96 %), аргона (0,93 %). Однако именно увеличение количества  $\text{CO}_2$  за счет антропогенной деятельности в настоящее время волнует человечество (рис. 3.4). Этот планетарный процесс связан с массовым сжиганием человеком органического топлива (угля, нефти, древесины) на предприятиях, в котельных, на транспорте, в процессе которого углекислый газ выделяется в атмосферу. Другая причина накопления  $\text{CO}_2$  — глобальное истребление лесов на планете, являющихся главными поглотителями  $\text{CO}_2$  в процессе фотосинтеза. К естественным источникам поступления углекислого газа в атмосферу относят вулканические извержения, лесные пожары, пыльные бури, жизнедеятельность организмов и др. (рис. 3.5).

По имеющимся данным (А. Г. Воронов, 2002), человечество в целом за год «выдыхает»  $1,08 \cdot 10^9$  т углекислого газа, а промышленные предприятия расходуют  $5 \cdot 10^9$ — $6 \cdot 10^9$  т углерода в виде органического топлива. Если бы весь образующийся углекислый газ не удалялся из атмосферы, его ежегодное накопление в воздухе составило бы 2,3 млн т. Этого не происходит, так как значительная доля углекислого газа расходуется на питание растений, часть растворяется в водах океана. Тем не менее с возрастанием интенсивности хозяйственной деятельности содержание  $\text{CO}_2$  в

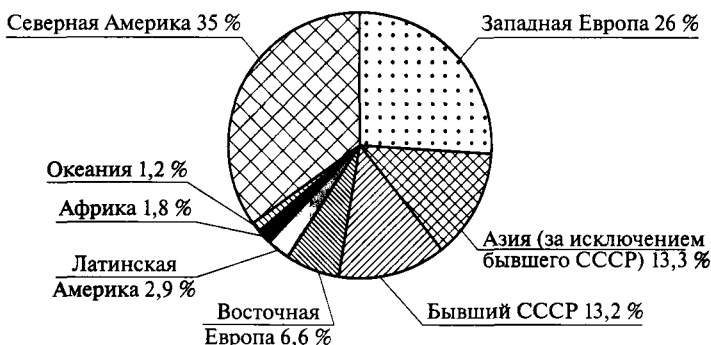


Рис. 3.4. Соотношение выбросов углекислого газа в различных регионах мира в результате хозяйственной деятельности человека (В. Ф. Протасов, 2001)

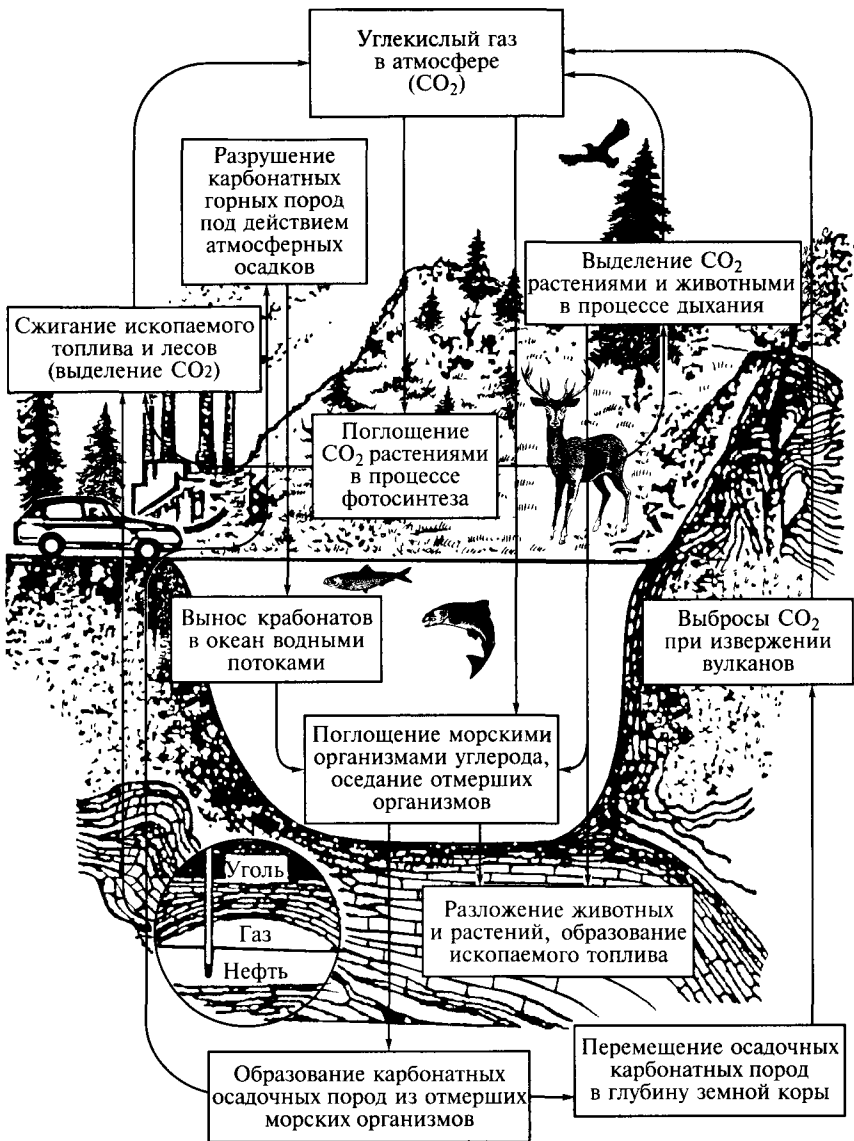


Рис. 3.5. Круговорот углерода в биосфере (В. Ф. Протасов, 2001)

атмосфере растет и, как ожидают, к 2020 г. его количество увеличится с 320 до 400 млн т.

Как полагают многие исследователи, результатом увеличения количества углекислого газа в атмосфере Земли на 10 % каждые

20 лет может стать значительное глобальное изменение климата. Действительно, со второй половины прошлого века наблюдается постепенное повышение температуры воздуха — примерно на 1°С за столетие.

Мировая научная общественность связывает наблюдаемое явление, получившее название «парниковый эффект», с увеличением в атмосфере концентраций парниковых газов (водяного пара, CO<sub>2</sub>, метана, NO), обладающих способностью пропускать к поверхности планеты солнечную радиацию и удерживать отраженное Землей тепловое излучение, в результате чего повышается температура приземного слоя воздуха. Ряд ученых считают потепление глобальным естественным процессом.

Главным по массе парниковым газом в атмосфере является CO<sub>2</sub>. Он вносит и основной вклад в парниковый эффект — 50 %. За ним следует метан — 20 %, затем хлорфторуглероды — 15 %, озон — 8 % и оксид азота (II) — 5 % (табл. 3.7).

Последствия глобального потепления, обусловленного парниковым эффектом, могут быть разнообразными, как отрицательными (исчезновение ледников в горах и связанное с ним изменение режима рек; таяние льдов Гренландии, Арктики и Антарктиды, способное вызвать поднятие уровня Мирового океана на 0,5 — 1 м и затопление прибрежных территорий многих стран мира), так и положительными (таяние вечной мерзлоты, продвижение теплолюбивых культур на север, возрастание биопродуктивности бореальных и умеренных лесов, повышение урожайности ряда сельскохозяйственных культур). Но они могут быть и катастрофическими, способными вызвать нарушение динамического равновесия всей биосферы, в частности, циркуляции атмосферы,

Таблица 3.7

**Выбросы основных парниковых газов странами-производителями**  
(В. И. Данилов-Данильян и др., 1994)

Страны	Парниковые газы, млн т		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Хлорфторуглероды
	(1990 г.)	(1987 г.)	(1988 г.)
США	1 310	50	0,520
ЕЭС	1 200	50	0,455
Россия	700	15	0,100
Китай	610	15	—
Япония	270	5	0,130
Мир в целом	6 000	255	1,120

теплового баланса Мирового океана и др. Поэтому международной научной общественностью, разрабатывающей предложения по совместным действиям, принято решение о сокращении выбросов парниковых газов в атмосферу странами мирового сообщества на 20 — 80 %. В 1992 г. была принята и открыта к подписанию Рамочная конвенция ООН об изменении климата, ее конечная цель «заключается в том, чтобы добиться... стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». Конвенция вступила в силу в 1994 г., по данным на 2007 г. она ратифицирована 190 государствами, включая Россию.

Проблема изменения климата Земли должна рассматриваться с учетом всех глобальных процессов, как один из индикаторов антропогенной деформации окружающей среды, которая отражает не столько выбросы парниковых газов в атмосферу, сколько нарушение нормального функционирования экосистем и всей биосферы в целом.

Нельзя забывать, что на климат планеты влияют и естественные факторы: изменение солнечной активности, вулканическая деятельность, колебания в системе «атмосфера—океан» и др. Поэтому ответ на вопрос о необходимости введения жестких ограничений потребления человеком энергии с тем, чтобы избежать катастрофы глобального потепления, противоречив и возможен лишь с учетом всех факторов. Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, принятый в 1997 г. на Третьей конференции сторон конвенции в Киото и в настоящее время ратифицированный 177 государствами, включая все промышленно развитые страны, кроме США (вступил в силу в 2005 г. после ратификации его Россией), накладывает на присоединившиеся к нему государства конкретные количественные обязательства по сокращению или ограничению объемов антропогенных выбросов парниковых газов в период с 2008 по 2012 г.

Другое серьезное последствие антропогенного загрязнения атмосферы *появление «озоновых дыр»*. Озон называют атмосферным щитом, так как его слой задерживает жесткое ультрафиолетовое излучение — солнечные лучи с длиной волны менее 0,3 мкм, смертельные для всего живого на Земле. Полагают, что озоносфера возникла около 500 млн лет назад, когда в атмосферу стал поступать биогенный кислород фотосинтетического происхождения. Озоновый экран, располагающийся в нижних слоях атмосферы на высотах 8 — 10 км на полюсах и от 16 — 18 км до 50 км на экваторе, способен разрушаться под воздействием синтезированных человеком газов — фреонов, широко применяемых в кондиционерах, морозильных камерах, аэрозолях и пр. Вблизи

поверхности Земли фреоны безвредны для живых организмов, хотя и способствуют усилению парникового эффекта. Но распространяясь вверх, фреоны разрушаются под воздействием солнечного излучения. При этом выделяются такие активные элементы, как фтор и хлор; каждый атом последнего способен уничтожить 100 тыс. молекул озона. Активную роль в разрушении озона играют также оксиды азота, тяжелые металлы, выбросы продуктов сгорания высотной авиацией и космической техникой и др.

При уменьшении плотности озонового слоя ослабляется защитный эффект поглощения УФ-излучения. В 1985 г. толщина озонового слоя над Антарктидой сократилась почти наполовину. При этом появилась «дыра», которая через два года расплзлась на десятки миллионов квадратных километров и вышла за пределы шестого континента. В 1994 г. была зарегистрирована гигантская аномалия утончения озонового слоя, захватившая территории Западной и Восточной Европы, Северной Азии и Северной Америки (В. Ф. Протасов, 2001). Мониторинг общего содержания озона над Россией и прилегающими территориями проводит Центральная аэрологическая обсерватория (ЦАО) Росгидромета на 32 станциях (в том числе на 11 вне территории России). В отдельные годы наблюдались резкие изменения содержания озона над Россией (в 1995 г. — над Восточной Сибирью, в 2005 г. — над северо-западной частью европейской территории страны).

Увеличение УФ-излучения, достигающего Земли, может привести к снижению продуктивности растений, нарушению жизнедеятельности планктона в морях, а следовательно, к нарушениям во всей трофической сети биоты Мирового океана. Изучение медико-биологического действия озона в настоящее время становится серьезной научной проблемой также в связи с тем, что в больших концентрациях (на предприятиях химической промышленности, при высоковольтных испытаниях, электросварке) он ядовит и вызывает серьезные изменения в организме человека (злокачественные новообразования, рак кожи, поражения глаз, ослабление иммунной системы).

Согласно международным соглашениям, с 2010 г. в мире должно быть полностью прекращено производство фреонов.

**Регионы Земли с наибольшими масштабами проявления современного экологического кризиса.** К середине XX в. четко обозначились последствия вмешательства человека в ход природных процессов, изменившие лик Земли. На огромных площадях на смену естественным ландшафтам пришли антропогенные или природно-антропогенные ландшафты. Лишь небольшую часть территории занимают сознательно охраняемые природные экосистемы. Сохранившийся массив нетронутой природы на планете

**Государства, на территории которых сохранились не нарушенные хозяйственной деятельностью участки общей площадью не менее 100 млн га (В. И. Данилов-Данильян и др. 1994)**

Страна	Площадь, млн га	Плотность населения на 100 га	Сельскохозяйственные земли, млн га		Не нарушенные хозяйственной деятельностью земли	
			пашня	пастбища	площадь, млн га	доля, %
Россия	1710,0	8,6	132,1	89,0	700,0—800,0	41—47
Канада	922,1	2,9	46,0	31,5	640,6	65
Австралия	761,8	262,0	47,8	440,7	251,6	33
Бразилия	845,7	17,4	75,2	165,0	237,3	28
Китай	932,6	120,0	100,0	286,0	182,2	20
Алжир	238,2	10,4	7,5	31,7	152,6	64

можно назвать самым большим достижением мирового сообщества на пороге XXI в. (табл. 3.8).

Большая часть территории земного шара в настоящее время охвачена экологическими нарушениями, вызванными антропогенной деятельностью (рис. 3.6).

Наиболее ярко выраженными глобальными экологическими проблемами являются опустынивание и обезлесение. Подробнее эти проблемы рассмотрены в разделах, посвященных определенным видам хозяйственной деятельности. Ниже приведены определения этих понятий.

**Опустынивание** — уменьшение или уничтожение биологического потенциала Земли, выражающееся в истощении наземных экосистем (уменьшении их биомассы, продуктивности, видового разнообразия), деградации земель, разрушении экологических ниш многих видов организмов, превращении продуктивных ландшафтов в пустынные в результате антропогенной деятельности и изменения климата.

В настоящее время антропогенные пустыни с различной степенью деградации земель занимают около 7 % глобального земельного фонда, присутствуя практически на каждой материке в умеренных и тропических широтах. Ежегодно ареал опустыненных земель на планете расширяется на 6 млн га. Причины развития

процессов опустынивания — чрезмерная и неправильная эксплуатация обрабатываемых земель, перевыпас скота в условиях кочевого животноводства, вырубка лесов. Непрерывное сокращение площади лесов ведет к снижению интенсивности континентального влагооборота на планете, что способствует наступлению пустынь. Пустыни (включая антропогенные) занимают более 1/3 поверхности суши, где проживает свыше 15 % населения мира. Согласно данным Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), более 1/4 африканского континента с населением свыше 150 млн человек подвержено опустыниванию. В Индии 4/5 территории, особенно густонаселенные районы, представляют собой аридные области, страдающие от постоянных засух.

*Деградация лесов*, как и опустынивание, — одно из проявлений глобальных изменений, происходящих на Земле. Термин «обезлесение» появился в мировой научной литературе лишь в конце XX в., хотя леса на земном шаре стали уничтожаться с появлением земледелия и скотоводства, т. е. примерно 10 тыс. лет назад.

*Обезлесение* — уничтожение лесной растительности и перевод земель в другой тип хозяйственного использования.

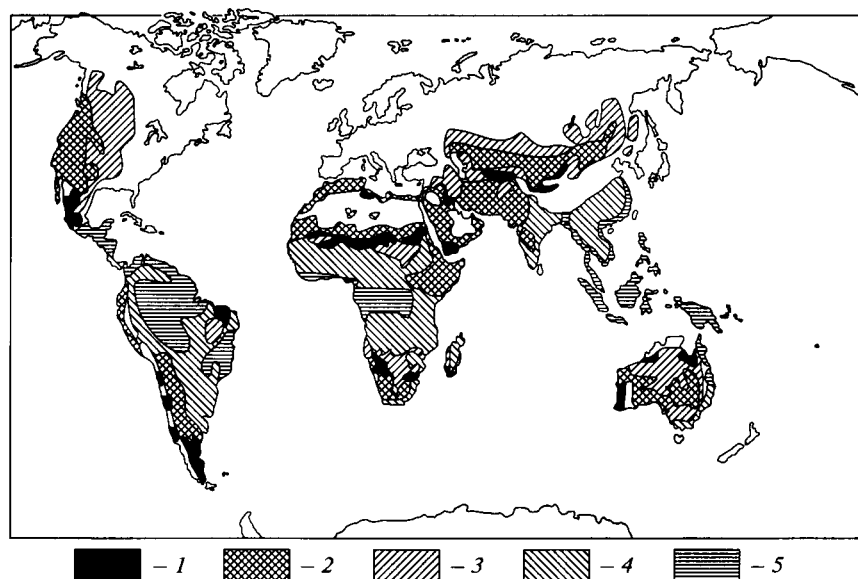


Рис. 3.6. Регионы мира со значительными изменениями природной среды, развивающимися в настоящее время (С. П. Горшков, 1987):

1 — резко выраженное опустынивание; 2 — сильное опустынивание; 3 — умеренное опустынивание; 4 — сведение сухих разреженных лесов; 5 — сведение влажнотропических лесов

Лесами покрыто 36 млн км<sup>2</sup> земель планеты (3,6 млрд га), т. е. около 1/3 площади суши. Вместе с тем 10 тыс. лет назад площадь лесов составляла 62 млн км<sup>2</sup>. Следовательно, хозяйственной деятельностью человека уничтожено около половины лесных массивов Земли, причем в основном за период с 1850 г.

Внетропические леса занимают около 20 млн км<sup>2</sup>. Из них 45 % залесенных площадей расположено на территории России, 30 % приходится на Северную Америку (в основном на Канаду и Аляску), 9 % — на Китай и Японию, 8 % — на Европу и 6 % — на южное полушарие.

Тропическими лесами покрыто около 16 млн км<sup>2</sup> суши. Наибольшие их массивы находятся в Бразилии в бассейне р. Амазонки, странах Карибского бассейна, Западной Африке в бассейне р. Конго, приэкваториальных районах Индонезии, Австралии и Океании. Это самые высокопродуктивные леса планеты (более 50 т/га за год); именно они производят до 30 % кислорода атмосферы; именно в них содержится до 1 млн редких видов растений и животных. Эти леса вырубаются быстрее, чем происходит их естественное возобновление, и, по прогнозам, через 10—20 лет они могут полностью исчезнуть с лица планеты. Обезлесение территорий, достигающее, по некоторым данным, 200 тыс. км<sup>2</sup> в год, происходит за счет вырубок леса, лесных пожаров, расчисток земель под пашни, промышленное и военное строительство, для городских и транспортных нужд. Мощными факторами деградации лесов на планете служат загрязнение атмосферы, сухие и мокрые выпадения на кроны деревьев и лесные почвы; высокая заболеваемость лесной растительности; распространение вредителей леса.

Уничтожение на земном шаре лесов — основных поставщиков кислорода — ведет к повышению концентрации СО<sub>2</sub> в атмосфере, вносит изменения в круговороты энергии, воды, глобальные биохимические циклы основных биогенных элементов. Сведение лесов приводит к изменениям климатических условий на локальном, региональном и глобальном уровнях, усилению процессов опустынивания, деградации земель.

***Проблема антропогенного воздействия на гидросферу*** рассмотрена в подразд. 4.4. Следует отметить, что наиболее важные источники антропогенного загрязнения воды — сбросы стоков с промышленно-урбанизированных и сельскохозяйственных территорий и выпадения с атмосферными осадками. Из различных источников в гидросферу поступают следующие загрязнения (А. Т. Никитин, 2000):

— из стока с промышленно урбанизированных территорий — нефтепродукты, фенол, СПАВ, органические соединения, соединения серы, азота, хлора, радиоактивные элементы в водораство-



ренном состоянии и виде взвесей, вирусы, микробы и другие болезнетворные микроорганизмы, тепловое воздействие;

– из стока с сельскохозяйственных территорий — пестициды, ядохимикаты, соединения азота и фосфора, СПАВ, нефтепродукты, тяжелые металлы и радиоактивные элементы в виде взвесей и растворов, болезнетворные организмы;

– из атмосферных осадков — серная и азотная кислоты, тяжелые металлы и радиоактивные элементы, пестициды, твердые взвешенные частицы, болезнетворные грибки, бактерии и вирусы;

– вследствие выбросов и утечек из хранилищ токсичных и радиоактивных отходов — тяжелые металлы и радиоактивные элементы, ядохимикаты, пестициды, хлор и его соединения, болезнетворные микроорганизмы;

– при авариях нефтепроводов и нефтеналивных танкеров — нефтепродукты;

– при разведке и добыче полезных ископаемых — тяжелые металлы и радиоактивные элементы в виде взвеси и газов, сульфаты и хлориды, углеводороды и нефтепродукты, соединения фосфора, взвешенные частицы.

**Оценка экологической ситуации в России.** Экологическая ситуация в России ежегодно подробно анализируется в Государственных докладах о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации, составляемых государственными органами, ведающими вопросами охраны окружающей среды и природных ресурсов.

Созданная и действующая в настоящее время служба мониторинга природной среды на территории России предназначена для решения следующих задач:

– наблюдение за уровнем загрязнения атмосферы, почв, вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям в целях изучения распределения загрязняющих веществ во времени и пространстве, оценки и прогноза состояния окружающей среды, определения эффективности мероприятий по ее защите;

– обеспечение органов государственного управления, хозяйственных организаций и населения систематической и экстренной информацией об изменениях уровней загрязнения (в том числе радиоактивного) атмосферного воздуха, почв, водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий, прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях уровней загрязненности;

– обеспечение заинтересованных организаций материалами для составления рекомендаций в области охраны природы и ра-

ционального использования природных ресурсов, составления планов развития хозяйства с учетом состояния природной среды и других вопросов развития экономики.

В настоящее время основу Государственной сети мониторинга окружающей среды составляют наблюдательные органы Росгидромета.

Система базируется на сети пунктов режимных наблюдений, которые устанавливаются в городах, на водоемах и водотоках как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках. По состоянию на 1 января 2006 г. количественный состав службы следующий:

- 629 стационарных постов Росгидромета по наблюдению за загрязнением атмосферы в 229 городах и населенных пунктах Российской Федерации (в большинстве городов измеряются концентрации от 5 до 25 веществ);

- 4 станции сети наблюдения трансграничного переноса веществ в атмосфере на западной границе Российской Федерации (производятся отбор и анализ атмосферных аэрозолей, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и атмосферных осадков);

- пункты наблюдения за загрязнением поверхностных вод по гидробиологическим показателям в шести гидрографических районах России на 133 водных объектах по 323 створам (программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей);

- пункты наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям на 1 187 водных объектах России;

- 544 пункта системы контроля загрязнения снежного покрова на территории России (в пробах определяются сульфаты, нитрат аммония, значения pH, а также бенз(а)пирен, тяжелые металлы);

- 612 пунктов сети наблюдений за загрязнением почв — сельскохозяйственные угодья (поля), отдельные лесные массивы зон отдыха (парки, детские лагеря, санатории, дома отдыха) и прибрежных зон, расположенные на территориях 190 районов (в отобранных пробах определяется 21 наименование пестицидов);

- 9 управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), ведущих наблюдение за загрязнением почв ингредиентами промышленного происхождения (отбор проб проводится в районах 66 городов ежегодно и 101 городе один раз в 5 лет, в целом — около 2 000 проб, в отобранных пробах определяются до 24 ингредиентов промышленного происхождения);

- 1 312 пунктов стационарной сети наблюдения за радиационной обстановкой окружающей природной среды;

- 30 постов сети комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния растительности на территории 11 УГМС.

Посты наблюдения организованы вокруг крупных промышленных предприятий, где отмечаются серьезные повреждения

лесов на достаточно больших площадях; в ценных лесах, отнесенных к памятникам природы; в районах ввода в действие новых крупных промышленных предприятий, выбросы которых в ближайшее время могут привести к ослаблению и повреждению лесонасаждений.

Система фонового мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии природной среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

На территории России находятся 5 станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Тerrasном, Астраханском, Кавказском, Алтайском.

Кроме того, в системе Росгидромета ведется работа по оперативному выявлению и расследованию опасных эколого-токсикологических ситуаций, связанных с аварийным загрязнением природной среды и другими причинами (Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации, 2006).

По данным регулярных наблюдений, в ряде районов Российской Федерации и бывших союзных республик к настоящему времени сложилась неблагоприятная и даже острокритическая экологическая обстановка. Более 20 % всей территории России и

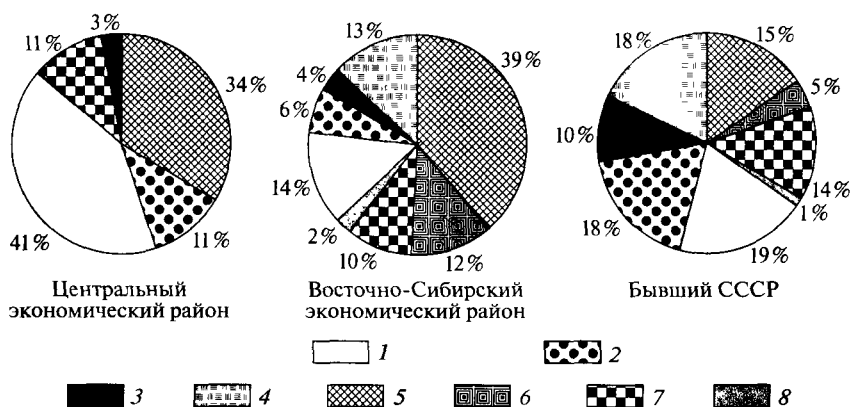


Рис. 3.7. Ареалы острых экологических ситуаций по экономическим районам России и бывшему СССР (Б. И. Кочуров, 1999):

1—2 — многокомпонентные (1 — весьма сложные; 2 — сложные); 3—8 — с преобладанием одной проблемы (3 — эрозия почв; 4 — дефляция; 5 — переруб и деградация лесов; 6 — нарушение земель при горных разработках; 7 — истощение и загрязнение вод; 8 — нарушение режима особо охраняемых территорий)

сопредельных государств относится к регионам экологического неблагополучия (рис. 3.7). В основном это крупные промышленные центры и зоны интенсивного сельского хозяйства, земли, нарушенные горными разработками, со значительным проявлением деградации почв, загрязнения воздуха и воды, перерубами лесов. Подсчитано, что 26 % всего населения страны и 39 % ее городского населения проживают в условиях экологически нездоровой обстановки (табл. 3.9).

Таблица 3.9

**Регионы с очень острой экологической ситуацией**  
(Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1996 г.»).

Регион	Экологические проблемы, вызванные антропогенным воздействием
Кольский п-ов	Нарушение земель горными разработками, истощение и загрязнение вод суши, загрязнение атмосферы, деградация лесных массивов и естественных кормовых угодий, нарушение режима особо охраняемых природных территорий
Московский	Загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение вод суши, утрата продуктивных земель, загрязнение почв, деградация лесных массивов
Северный Прикаспий	Нарушение земель разработкой месторождений нефти и газа, истощение и загрязнение вод суши, загрязнение морей, истощение рыбных ресурсов, вторичное засоление и дефляция почв, загрязнение атмосферы, нарушение режима особо охраняемых территорий
Среднее Поволжье и Прикамье	Истощение и загрязнение вод суши, нарушение земель горными разработками, эрозия почв, оврагообразование, загрязнение атмосферы, обезлесение, деградация лесных массивов
Промышленная зона Урала	Нарушение земель горными разработками, загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение вод суши, загрязнение почв, утрата продуктивных земель, деградация лесных массивов
Нефтегазопромысловые районы Западной Сибири	Нарушение земель разработкой месторождений нефти и газа, загрязнение почв, деградация оленьих пастбищ, истощение рыбных ресурсов и промысловой фауны, нарушение режима особо охраняемых природных территорий

Регион	Экологические проблемы, вызванные антропогенным воздействием
Кузнецкий бассейн	Нарушение земель горными разработками, загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение вод суши, загрязнение почв, утрата продуктивных земель, дефляция почв
Район озера Байкал	Загрязнение вод и атмосферы, истощение рыбных ресурсов, деградация лесных массивов, оврагообразование, нарушение мерзлотного режима почвогрунтов, нарушение режима особо охраняемых природных территорий
Норильский промышленный район	Нарушение земель горными разработками, загрязнение воздуха и вод, нарушение мерзлотного режима почвогрунтов, нарушение режима охраняемых лесов, снижение природно-рекреационных качеств ландшафта
Калмыкия	Деградация естественных кормовых угодий, дефляция почв
Новая Земля	Радиоактивное загрязнение
Зона влияния аварии на Чернобыльской АЭС	Радиационное поражение территории, загрязнение атмосферы, истощение и загрязнение вод суши, загрязнение почв
Рекреационные зоны побережья Черного и Азовского морей	Истощение и загрязнение вод суши, загрязнение морей и атмосферы, снижение и потери природно-рекреационных качеств ландшафтов, нарушение режима особо охраняемых территорий

Наиболее сложная ситуация отмечается в районах Среднего Поволжья, Северного Прикаспия, Кузбасса, Урала, Кольского полуострова и Предбайкалья (рис. 3.8). По имеющимся данным, объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников на территории России составляет около 22 — 25 млн т в год. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, превышающие ПДК, отмечались в 204 городах страны, в том числе NO<sub>2</sub> — в 86, формальдегида — в 97 и бенз(а)пирена — в 92 городах, среди которых лидируют Ангарск, Архангельск, Братск, Екатеринбург, Зима, Иркутск, Кемерово, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Нижний Тагил, Омск, Саратов, Тольятти, Чита и др. По оценкам специалистов доля влияния загрязнения атмосферного воздуха на общую заболеваемость у детей составляет в среднем по стране 17,5 %, у взрослых — 10 %. Загрязнение воздуха порождает

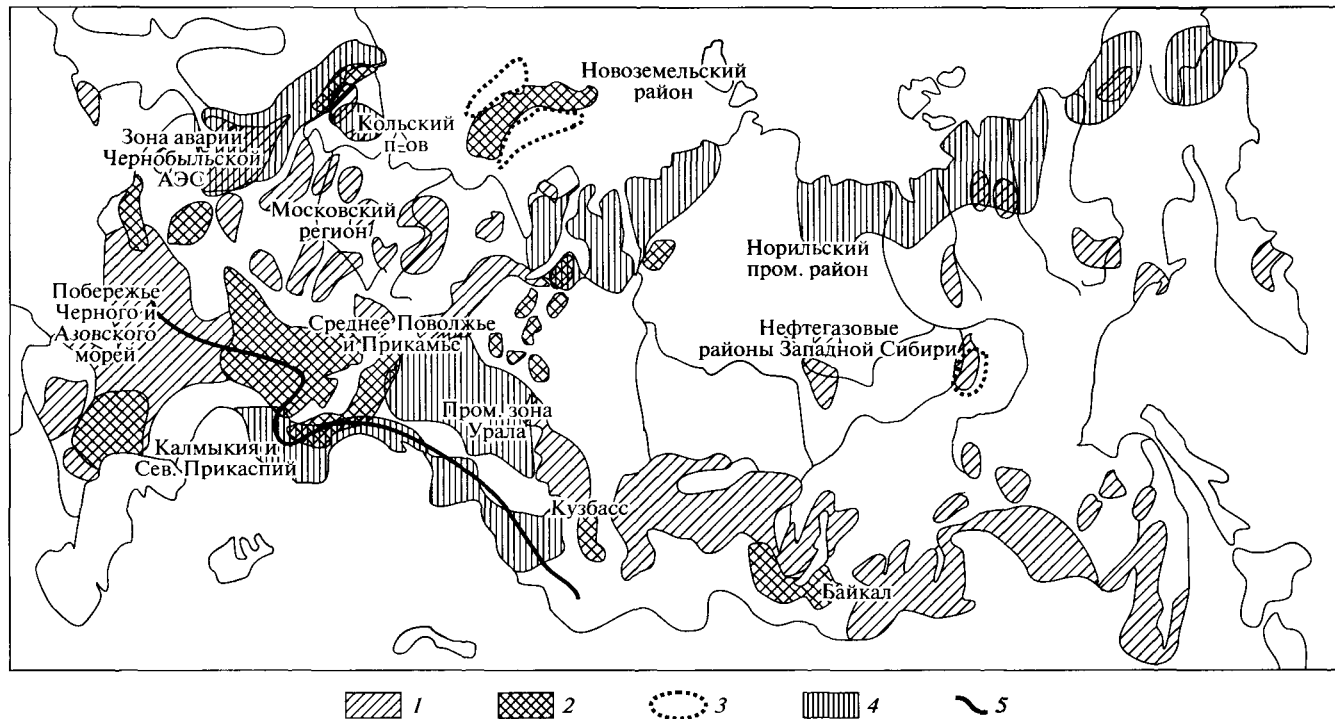


Рис. 3.8. Экологическая ситуация на территории Российской Федерации  
(по материалам Института географии РАН):

1, 2 — экологические ситуации (1 — острые, 2 — очень острые); 3 — ареалы захоронения радиоактивных отходов; 4 — кислые атмосферные осадки (по снежному покрову 1988 г.); 5 — граница распространения пыльных бурь

41 % заболеваний органов дыхания, 16 % — эндокринной системы, 2,5 % — онкологических заболеваний у лиц в возрасте 30—34 года и 11 % — у лиц 55—59 лет (А. Т. Никитин, 2000).

Причины создавшегося положения — нерациональная хозяйственная деятельность, экстенсивное освоение природных ресурсов без учета природных особенностей территорий. Это привело к значительной площадной и локальной (очаговой) деградации природных систем жизнеобеспечения и значительно ухудшило условия проживания и состояние здоровья людей.

Тем не менее, находящийся на территории России довольно значительный массив нетронутой природы, составляющий более одной трети естественных экосистем Земли, не нарушенных хозяйственной деятельностью человека, является богатством всего мирового сообщества. Оценить его невозможно, так как это фундамент жизни, основа всей биосферы и вместе с ней всего человечества. Значение естественных экосистем в дальнейшем при их сокращении в мире будет возрастать. Отсюда следует, что сохранение российской природной среды — задача всей мировой цивилизации.

### **Вопросы для контроля**

1. Какие факторы предопределили первичную социальную организацию людей?
2. В чем причины усиления воздействия человека на природу в условиях НТР?
3. Что такое глобальный экологический кризис и каковы его причины? Как он проявляется на Земле?
4. Назовите регионы России с наиболее острой экологической ситуацией.

# Специфика геоэкологических проблем различных сфер материального производства

### 4.1. Геоэкологические аспекты урбанизации

Французский естествоиспытатель Ж. Б. Ламарк (1744 — 1829), автор термина «биология», в свое время пришел к печальному умозаключению: «Можно, пожалуй, сказать, что назначение человека как бы заключается в том, чтобы уничтожить свой род, предварительно сделав земной шар непригодным для обитания»\*.

Среди антропогенных воздействий на окружающую среду на первое место по мощности и многообразию факторов можно поставить современный город. Города — это типичные антропогенные системы. Городская среда — сложное образование, продукт взаимодействия природы и человеческой деятельности. Загрязнение городской среды, воспринимаемое как следствие технологического несовершенства инфраструктуры городского хозяйства, в действительности является закономерным порождением мощной концентрации населения и производства на относительно небольших площадях. Потоки загрязняющих веществ распространяются от крупных городов на многие десятки и сотни километров во всех направлениях, включая подземное пространство. Сформировавшись в результате развития общественного производства, города, в свою очередь, оказывают огромное влияние на все стороны социального развития.

Первые крупные города появились около 4 тыс. лет назад в густонаселенных сельскохозяйственных районах Месопотамии, в долинах рек Нила, Инда, Хуанхэ. Города возникали как резиденции правителей, крепости, центры торговли. С развитием мануфактур функциями городов стали производство товаров и услуг, управление и межрайонный обмен. Феноменальный процесс роста городов был порождением эпохи развитого капитализма и индустриализации мирового хозяйства. Демографический взрыв второй половины XX в. одновременно привел к резкому росту

\* Ламарк Ж. Б. Аналитическая система положительных знаний человека // Избранные произведения: в 2 т. — М., 1959. — Т. 2. — С. 442.



**Рост городского населения мира с 1975 по 2005 г.**  
(Г. Н. Голубев, 1999)

Континент	Общая численность населения, млн чел.			Доля городского населения, %		
	1975	1995	2025	1975	1995	2025
Африка	104	250	804	25	34	54
Европа	454	535	598	67	74	83
Северная и Центральная Америка	235	332	508	57	68	79
Южная Америка	138	249	406	64	78	88
Азия	592	1 198	2 718	25	35	55
Океания	15	20	31	72	70	75
Мир в целом	1 538	2 584	5 065	38	45	61

городского населения, который стал источником многих важнейших глобальных проблем современности (табл. 4.1).

*Урбанизация* (от лат. *urbos* — город, *urbanus* — городской) — исторический процесс роста числа городов и численности городского населения, сопровождаемый повышением роли городов в жизни общества и широким распространением городского образа жизни.

В 1800 г. горожане составляли всего 4,7 % мирового населения; в 1900 г. — 19 %; в 1996 г. — уже свыше 46 % (!). К настоящему времени в городах проживает 3/5 общего числа жителей планеты. В России на долю городов приходится более 74 % населения. Причины роста численности городского населения — миграция людей в города из сельских местностей и превышение в городах рождаемости над смертностью.

Особенно быстро растут города-гиганты. В 1950 г. население двух крупнейших городов мира составляло соответственно: Нью-Йорка — 12,3 млн чел., Лондона — 8,7 млн чел. В 1990 г. число городов-миллионеров достигло 440, а число крупнейших городов с населением свыше 8 млн чел. увеличилось до 21, из которых 16 относились к развивающимся странам (рис. 4.1).

Крупные города, разрастаясь, «поглощают» пригороды, образуя зоны сплошной застройки, функционально тесно связанные с ядром города, — так называемые *агломерации* (от лат. *agglomeratio* — накапливаю, присоединяю). Городские агломерации

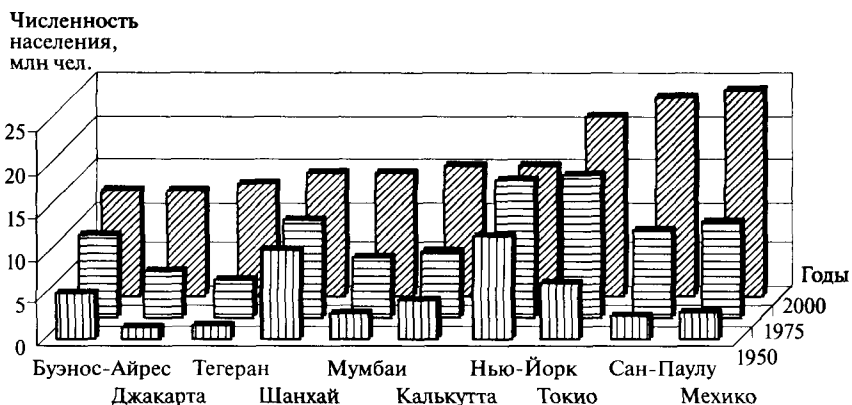


Рис. 4.1. Увеличение численности населения ряда мегаполисов в период 1950—2000 гг. (прогноз) (И. А. Родионова, 1995)

стали в настоящее время основной формой расселения в индустриально развитых странах. Ниже приведены данные о численности населения (млн чел.) крупнейших городских агломераций мира в 1995 г.:

Токио (Япония).....	27,0	Карачи (Пакистан).....	9,7
Мехико (Мексика) .....	16,6	Каир (Египет).....	9,7
Сан-Паулу (Бразилия).....	16,5	Париж (Франция) .....	9,5
Нью-Йорк (США).....	16,3	Тяньцзинь (Китай).....	9,4
Мумбаи (Индия) .....	15,1	Манила (Филиппины) .....	9,3
Шанхай (Китай) .....	13,6	Москва (Россия) .....	9,3
Лос-Анджелес (США).....	12,4	Джакарта (Индонезия).....	8,6
Калькутта (Индия).....	11,9	Дакка (Бангладеш).....	8,5
Буэнос-Айрес (Аргентина) .....	11,8	Стамбул (Турция).....	7,9
Сеул (Южная Корея).....	11,6	Лондон (Великобритания)...	7,6
Пекин (Китай).....	11,3	Чикаго (США).....	6,8
Осака (Япония) .....	10,6	Тегеран (Иран).....	6,8
Лагос (Нигерия) .....	10,3	Лима (Перу).....	6,7
Рио-де-Жанейро (Бразилия) ..	10,2	Бангкок (Таиланд).....	6,5
Дели (Индия).....	9,9	Эссен (Германия).....	6,5

Но и агломерации не являются высшей формой концентрации населения. В США, Японии и Западной Европе сложились скопления агломераций, слившихся друг с другом и образующих сплошную полосу — *мегалополис* (от греч. *megas, megalu* — большой и *polis* — город); например мегалополис Бостон — Вашингтон на атлантическом побережье США.

Сверхгорода и прилегающие к ним территории являются своего рода «узлом» значительной антропогенной нагрузки на окружающую природную среду. Занимая всего 1 % площади обитаемой суши, города концентрируют в себе более 50 % мирового населения; здесь производится 4/5 всей промышленной продукции. Города — крупнейшие центры потребления природных ресурсов. Дефицит энергии, сырья и особенно качественной питьевой воды все более остро проявляется в большинстве крупных городов мира.

Процесс урбанизации в настоящее время охватил не только страны с высоким уровнем экономического развития. Стремительные темпы роста численности горожан отмечаются в регионах развивающегося мира, в странах, слабо развитых индустриально, что обусловлено прежде всего высоким уровнем естественного прироста населения.

Освоение человеком все большей части суши невольно приводит его на территории, подверженные воздействию опасных природных процессов (горные, высокоширотные, с суровыми климатическими условиями). В ряде стран планируется значительный пространственный рост городов на отвоеванных у моря площадях и искусственно созданных насыпных территориях. Строятся здания по 150—200 этажей. Ожидается резкое усложнение и углубление подземных частей городов (транспортные тоннели, склады, гаражи, укрытия и пр.).

Современные города — это сложные природно-социальные и техногенные комплексы; их взаимодействие с природой многообразно и постоянно меняется с их развитием. Переход города в стадию городской агломерации знаменует новый этап во взаимоотношениях города и природы, который характеризуется не только ростом населения, но и распространением техногенных нагрузок на обширные территории, где происходит интенсивное замещение естественных экосистем техногенными комплексами.

Города — это типичные антропогенные системы, порождение глобального процесса урбанизации. Вместе с тем многое в городе, в структуре организации его хозяйства и в жизни людей приспособлено к местным природным условиям и зависит от них. Однако большая часть городской инфраструктуры выступает как генератор совершенно особых природно-антропогенных и антропогенных процессов. Чрезвычайно быстрый рост городов, особенно в беднейших странах, приводит к резко усиливающемуся давлению на окружающую среду, так как все системы городского жизнеобеспечения не успевают за приростом населения. Это касается прежде всего систем водоснабжения, канализации, сбора и переработки отходов, снабжения электроэнергией, а также медицинского, социального и прочих видов обеспечения. Создается обста-

новка, опасная для жизни и здоровья людей. Ландшафты крупных городов не могут сохраняться без постоянной поддержки человеком. Заброшенные или малоухоженные кварталы мегаполисов представляют собой наихудший вид антропогенной пустыни.

Крупный современный город в некоторых отношениях может рассматриваться как экстремальная антропогенная зона жизнедеятельности человека. Учитывая «лавинообразность» процессов урбанизации, необходимо понимать, что многие проблемы взаимоотношений человека с окружающей средой, состояния антропогенных городских ландшафтов ждут своего скорейшего разрешения как в теоретическом, так и в практическом аспектах.

Крупные города (более 100 тыс. жителей) заметно влияют на свой *микроклимат* — температуру и осадки. Центр города всегда заметно теплее его окрестностей (на 1—3 °С). Увеличение плотности застройки и асфальтирование до 50 % площади повышает разность максимальных летних температур в центре города и за его пределами на 5 °С и более. «Остров тепла» над городом и связанная с ним повышенная конвективность воздушных потоков, а также техногенная запыленность атмосферы приводят к увеличению числа гроз, росту интенсивности и общего количества осадков (в Москве в среднем на 25 %). Сток с урбанизированных территорий в 2—3 раза выше, а максимальный расход водных потоков в 8 раз выше, чем в естественных условиях, что увеличивает опасность линейной эрозии.

В высокоэтажных городах, особенно на возвышенностях, обостряется проблема ветровых нагрузок на здания. Небоскребы могут раскачиваться ветром; вокруг высоких домов увеличивается крутящий момент, в конструкциях строений возникает вибрация и т. п. До 70 % деформаций зданий в крупных городах вызваны природно-техногенными явлениями, главные из которых — изменения уровня грунтовых вод, мерзлотные деформации и просадки грунтов, оползни, активизация овражной эрозии, суффозионные деформации грунтов и пр.

Отдельно необходимо отметить природные воздействия, опасные для здоровья людей, особенно резко проявляющиеся в городе. К воздействиям геофизического характера относятся резкие изменения температуры воздуха и атмосферного давления, влияющие на усвоение организмом кислорода, а также влажность воздуха, режим осадков и ветров, солнечная радиация. Среди приезжих и переселенцев в городах отмечается нарастание частоты сердечно-сосудистых расстройств, нарушений нервной деятельности, повышается вероятность аварийных ситуаций с их участием. Биопомехи и биоповреждения (грызуны, микроорганизмы, насекомые) могут служить причиной тяжелых аварий и чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера.

**Доля участия автомобильного транспорта в загрязнении соединениями азота и углерода атмосферы крупных городов мира, % (Н. Ф. Винокурова, 1995)**

Города	Оксид углерода (II)	Оксиды азота	Углеводороды
Москва	96,3	32,6	64,4
Санкт-Петербург	88,1	31,7	79
Токио	99	33	95
Нью-Йорк	97	31	63

Степень *антропогенных преобразований городских ландшафтов* весьма высока. Лишь в парках и скверах, в пригородных лесах сохраняются участки естественной растительности.

Для города, а тем более мегаполиса, характерна чрезвычайная плотность населения, развитая инфраструктура промышленных предприятий, связи, транспорта, насыщенность опасными веществами и технологиями. В таких условиях возрастают вероятность возникновения неблагоприятных природно-техногенных процессов и масштабных воздействий на человека и городскую среду, потерь и ущербов. Следовательно, фактор природного риска в мегаполисе достигает наибольших значений. В частности, 68 % городов России подвержены наводнениям, 66 % — оползням, 28 % — карстовым явлениям.

Для крупных промышленных городов, находящихся в сейсмически опасных районах, особо серьезный риск связан с возможностью разрушения в результате стихийных природных процессов контейнеров с радиоактивными и токсичными материалами, разноса высвобождающихся веществ водными и воздушными потоками. Во многих городах имеется большое количество контролируемых и неконтролируемых складов и свалок отходов, в том числе токсичных.

В наибольших масштабах различным видам загрязнения подвержены крупные города. Потоки загрязняющих веществ распространяются от них во всех направлениях, включая и подземное пространство.

В городах основной путь поступления вредных химических веществ — атмосферный. Ведущую роль в *загрязнении атмосферы городов* в настоящее время играет автотранспорт (табл. 4.2).

В связи с увеличением численности мирового парка автомобилей растет валовой выброс вредных продуктов. Ежегодно в атмосферу Земли двигателями внутреннего сгорания выбрасыва-

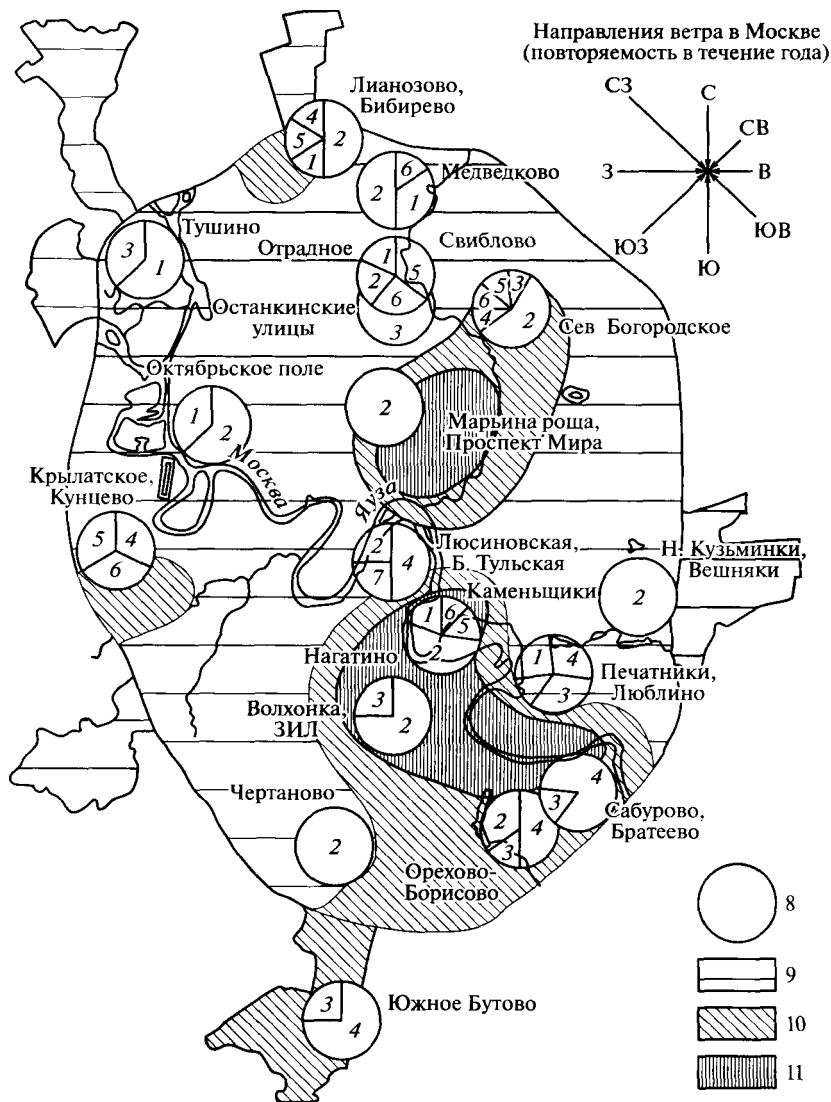


Рис. 4.2. Состояние атмосферного воздуха в г. Москве (по данным Московской центральной гидрометеорологической службы и Росгидрометеоцентра, 1992):

1–7 – соотношение выбросов в атмосферу, превышение ПДК в 5 и более раз (1 – CO; 2 – NO<sub>2</sub>; 3 – фенол; 4 – NH<sub>3</sub>; 5 – ксилол; 6 – толуол; 7 – пыль); 8 – пункт контроля атмосферного воздуха; 9–11 – зоны различной степени загрязнения воздуха по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА) – комплексному показателю загрязнения атмосферы (9 – менее 5,0; 10 – 5,1–8,0; 11 – 8,1–15)

ется 260 млн т оксида углерода (II); 40 млн т летучих углеводородов, 20 млн т оксидов азота.

Стационарные промышленные источники, в том числе тепловые электростанции, загрязняют атмосферу  $\text{SO}_2$ , пылью,  $\text{NO}_2$ , высокотоксичными полициклическими ароматическими углеводородами, среди которых особенно опасен канцерогенный бенз(а)пирен, тяжелыми металлами (предприятия цветной металлургии). В атмосфере городов происходит трансформация многих ингредиентов промышленных выбросов, в результате чего образуются так называемые вторичные аэрозоли. Динамика воздушных масс, господствующее направление ветров определяют масштабы распространения аэрозолей и твердых выбросов в окружающей среде. В частности, с преобладанием в течение года над Москвой западных ветров в значительной мере связано экологическое неблагополучие воздушного бассейна восточной части города (рис. 4.2). Загрязняющие вещества интенсивно удаляются ветром или осадками из воздуха городов и накапливаются в нем в безветренную погоду. Особенно плохо они рассеиваются при наличии туманов (известные дымные облака — *смог*). Примерно такая же ситуация создается в условиях температурной инверсии воздуха зимой, когда холодные воздушные массы застаиваются в крупных понижениях рельефа или на равнинных территориях. Это явление характерно для городов Сибири, северо-восточных районов Китая, Средней Европы.

Плотность населения крупных городов мира — важный геоэкологический показатель **антропогенной нагрузки на поверхностные и подземные водные системы**, обеспечивающие водоснабжение. Нехватка чистой питьевой воды, особенно в населенных пунктах развивающихся стран с высоким уровнем прироста населения и низким национальным доходом, обуславливает распространение многих заболеваний среди населения и частые случаи смерти, особенно детей. По имеющимся данным, 220 млн жителей городов не имеют источников пригодной для питья воды.

Более 420 млн человек, живущих в городах, не имеют доступа к простейшим туалетам. От 30 до 65 % городского мусора вообще не убирается. Канализационные системы, водохозяйственные службы отведения и очистки бытовых и производственных сточных вод не всегда справляются со своими задачами в многомиллионных городах. В некоторых густонаселенных районах земного шара (Китай, Индия) плотность городского населения достигает 800—1 000 чел./га. В реки, протекающие через эти города, поступает огромное количество наносов, с твердыми частицами которых переносятся токсичные вещества. Для большинства городских водоемов характерно загрязнение нефтепродуктами, хлоридами, биогенными веществами, тяжелыми металлами, по-

**Предельно допустимые концентрации микроэлементов  
для питьевой воды и их влияние на здоровье людей  
(С. П. Горшков, 1998)**

Элемент	ПДК, мг/л	Характер действия
Ni <sup>2+</sup>	0,4	Канцерогенный
Cd <sup>2+</sup>	0,01	Поражение почек, болезнь итай-итай
Cr <sup>6+</sup>	0,1	Поражение почек, легких, кожи
Cu <sup>2+</sup>	1,0	Поражение желудочно-кишечного тракта
Pb <sup>2+</sup>	0,03	Поражение кроветворной системы
Hg <sup>2+</sup>	0,005	Поражение центральной нервной системы
Zn <sup>2+</sup>	5	Токсический
As <sup>3+</sup>	0,05	Рак кожи
Se <sup>6+</sup>	0,001	Токсический
Be <sup>2+</sup>	0,0002	Поражение кроветворной системы, нервных клеток головного мозга
Mo <sup>6+</sup>	0,25	«Молибденовая подагра»
Mn <sup>2+</sup>	0,1	Поражение центральной нервной системы

ступающими с пылью, сточными водами, из подводных свалок. О характере воздействия некоторых микроэлементов, содержащихся в питьевой воде, и их предельно допустимых концентрациях (ПДК) можно судить по данным табл. 4.3.

Огромные объемы обработанных теплых вод сбрасываются тепловыми электростанциями в водоемы городов. При этом ухудшается санитарно-микробиологическое состояние воды, размножается патогенная микрофлора, с которой связывают до 50 % всех острых кишечных заболеваний (холера, гепатит, брюшной тиф, дизентерия).

В процессе застройки и развития города значительные изменения претерпевают все компоненты природного ландшафта: происходит уничтожение неровностей рельефа, оврагов, мелких водоемов, растительности, небольшие речки и ручейки оказываются забранными в коллекторы, уплотняется грунт, загрязняется почва. Интенсивная эксплуатация подземных водоносных горизонтов вызывает просадку грунтов, подтопление зданий, повреждение дорог, фундаментов строений, многочисленных подземных коммуникаций.

**Подтопление территорий** — один из наиболее распространенных и ущербных техногенно-природных процессов. Раз-



витие его выражается в подъеме уровня грунтовых вод к поверхности земли, что приводит к переувлажнению грунтов и снижению их несущей способности, заболачиванию, затоплению подвальных помещений, загрязнению грунтовых вод, усилению коррозионных процессов в подземных конструкциях. В последние десятилетия XX в. процесс подтопления освоенных территорий принял в России практически повсеместный характер: из 1 064 городов подтопление отмечается в 792 (74,4 %). Это многие крупнейшие города страны, такие как Астрахань, Волгоград, Иркутск, Москва, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Ростов-на-Дону, Санкт-Петербург, Томск, Тюмень, Хабаровск и др. (табл. 4.4).

Для городской среды обитания типичны высокие показатели демографического, физико-механического и технологического воздействий, в десятки, а иногда и в сотни раз превосходящие аналогичные показатели для сельской местности. Лишь в отдельных районах интенсивного сельскохозяйственного производства, являющихся очагами водной и ветровой эрозии, воздействие на природную среду может быть сопоставимо по масштабам с характерным для городских территорий. Большие города, как гигантские агломерации, так и менее крупные города-«миллионеры» — это зоны экологического бедствия.

Международная научная общественность, озабоченная разработкой стратегии устойчивого существования человеческой цивилизации на Земле, создала специальную программу ООН «Устойчивое развитие городов», подчеркивая тем самым глобальность масштабов проблем, связанных с урбанизацией. Важнейшая среди них — ***проблема экологического состояния городской среды***. Многоэтажные каменные здания, покрытая асфальтом земля, небольшие вкрапления зеленых насаждений, только внешне напоминающих природные экосистемы, загрязненная воздушная и водная среда, оторванность от природных источников существования, искусственные пищевые добавки, темп жизни, стрессы — все это влияет на состояние здоровья горожан и делает задачу ***экологизации городской среды*** крайне актуальной.

В развитых странах многие геоэкологические проблемы в той или иной степени решены. В мировой практике уже давно начал поворот к экологизации городов, к восстановлению качественно-го состояния городской среды. Усиленно ведется разработка стратегии создания «экогородов». Программа устойчивого развития таких городов основывается на трех основополагающих моментах: восстановление качества всех природных компонентов (воздух, вода, почва, растительность), экологизация всех направлений производственной деятельности в городе (промышленность, транспорт, энергетика и пр.) и экологическое образование. Москва и многие города России включились в деятельность по решению

**Характеристика пораженности опасными природно-техногенными процессами урбанизированных территорий России**  
(Природные опасности России, 2002)

Процессы	Степень пораженности территории, %	Доля населения, проживающего на пораженной территории, %	Количество пораженных городов	
			всего	относительно общего числа городов в России, %
Оползни	5	7	725	66
Сели	5	2	9	0,8
Лавины	9	3	5	0,4
Карст	22	19	301	28
Суффозия	9	30	958	88
Просадки лёссовых пород	11	26	563	52
Эрозия речная	0,2	0,3	442	40
Эрозия плоскостная и овражная	10	25	734	67
Переработка берегов морей, водохранилищ	0,07	5	53	5
Подтопление	0,5	6,9	960	88
Криогенные процессы	65	9	72	7
Землетрясения	29	16	103	9
Цунами	0,1	0,1	9	0,8
Наводнения	0,9	0,9	746	68
Ураганы, смерчи	21	12	500	46

социальных, экономических и экологических вопросов устойчивого развития городов, в том числе касающихся улучшения качества жизни и экологической безопасности в городах, проблем бедности, детской смертности, продолжительности жизни и здоровья населения.

Уместно задаться вопросом: благо ли для биосферы, что человечество концентрируется в городах? Многие исследователи дают на него положительный ответ: сужается ареал воздействия человека на окружающую среду, человечеству, сконцентрированному

в городах, остается один выход — сделать город экологически чистым, вписанным в естественную среду, в противном случае, человек как вид может исчезнуть с лица Земли.

## **4.2. Экологизация промышленных производств**

Геоэкологические воздействия промышленности охватывают всю технологическую цепочку, начиная от добычи сырья и его первичной обработки, через процессы производства, до использования конечного продукта и размещения отходов.

Промышленность — основной потребитель минеральных природных ресурсов. Минеральные природные ресурсы — совокупность полезных ископаемых в недрах какого-либо региона (страны, мира в целом), подсчитанных в соответствии с существующими требованиями к качеству и горно-геологическим условиям разработки месторождений с учетом научно-технического прогресса. К минеральным ресурсам могут быть также отнесены вещества, которые технически возможно и экономически целесообразно извлекать из морской воды. Классификация минеральных ресурсов приведена на рис. 4.3. Многие отходы и продукты промышленного производства токсичны и представляют опасность для окружающей среды и людей. Поэтому геоэкологические требования к различным отраслям промышленности строго нормированы.

**Проблемы рационального природопользования в горнодобывающей промышленности.** Основное место среди природных ресурсов, играющих важнейшую роль в жизни и развитии цивилизаций, занимают материалы и сырье, заключенные в недрах Земли. Их называют полезными ископаемыми. В результате длительного многовекового процесса извлечения полезных ископаемых из земных недр в горнодобывающей промышленности накопилось немало проблем, связанных с природопользованием в этой сфере хозяйства. Среди них следует назвать истощение минеральных ресурсов в процессе добычи и некомплексной переработки; образование огромных масс отходов, загрязняющих окружающую среду; нарушение поверхностных слоев литосферы.

Масштабы добычи полезных ископаемых в мире быстро растут. Если в 1970-е гг. из недр Земли извлекалось около 100 млрд т горных пород, то к 2000 г. добыча возросла до 600 млрд т. Строятся новые шахты, карьеры, рудники, угольные разрезы, нефтяные и газовые скважины, перемещаются сотни миллиардов тонн грунта. Масштабы влияния горнодобывающих производств особенно ощутимы в связи с тем, что из всего объема добываемого минерального сырья используется лишь 5—10 %, остальное идет в



Рис. 4.3. Виды минеральных ресурсов

отходы. Поэтому важнейшие задачи, стоящие перед этой отраслью хозяйства, включают охрану и рациональное использование ископаемого сырья, экономию материалов и энергии. Как известно, минеральные ресурсы относятся к категории исчерпаемых природных ресурсов.

**Перспектива недостатка сырья** — реальная опасность для человечества. По прогнозам специалистов, мировых запасов большинства минеральных ресурсов хватит всего на 70 — 140 ближайших лет (см. табл. 2.2).

Суть глобальной сырьевой проблемы не сводится лишь к близкой исчерпаемости некоторых видов минерального сырья. Действительно, в настоящее время интерес представляет лишь та доля природного вещества, использование которой технически возможно и экономически эффективно (по условиям залегания и качеству).

Наиболее доступные месторождения ископаемых быстро истощаются. Многие страны строят свой национальный доход за

счет экспорта, состоящего почти исключительно из минерального сырья и топлива. Так, развивающиеся страны Африки экспортируют 90 % добываемого сырья, страны Латинской Америки — около 50 %. К сожалению, и в России сложившиеся в конце XX — начале XXI в. экономические условия таковы, что 80 % экспорта составляют сырье и топливо, главным образом нефть и газ. Монополизм в промышленности грозит России экологическим колониализмом. Жесткая борьба на мировом рынке, колебания цен и многие другие неблагоприятные явления в экономике имеют прямое отношение к глобальной сырьевой проблеме.

Особенно важен с точки зрения экономии ресурсов вопрос полноты извлечения и комплексности использования сырья в рамках одной отрасли хозяйства. Степень извлечения полезного продукта из руды в настоящее время невысока. В природе практически не бывает чистых руд, содержащих один металл. Некомплексная переработка уже добытого минерального сырья приводит к потере ценных сопутствующих компонентов.

Огромное количество сырья теряется в процессе его добычи и транспортировки. Например, в России на протяжении многих лет сохраняются на высоком уровне потери в недрах при подземной добыче угля (23,5 %), хромовой руды (27,7 %), калийных солей (62,5 %). Многие миллиарды кубических метров попутных газов сжигаются в факелах при добыче нефти. Особо стоит вопрос о вторичном использовании сырья, т. е. об извлечении одними отраслями полезных компонентов из отходов переработки сырья другими отраслями. Например, чтобы получить одну тонну цветного металла необходимо переработать 100 — 200 т руды. Ежегодно эта отрасль дает 1,5 млрд т отходов, содержащих ценные элементы. При разработке хибинских апатитов из 33 элементов, входящих в их состав, используется один фосфор, остальное идет в отвалы, где скопились миллионы тонн нефелина (а это сотни тысяч тонн алюминия, соды, цемента), тысячи тонн титано-магнезита и др. Политика ресурсосбережения включает использование вторичных ресурсов (металлолома, макулатуры, шлаков, золы ТЭС), сокращение потерь при транспортировке и переработке сырья, а также расхода материалов на единицу изделия. Широкое применение искусственных минералов (например, синтетических алмазов), пластмассы, керамики позволяет сохранять традиционные ресурсы.

В настоящее время горно-промышленный комплекс превратился в один из самых крупных источников **загрязнения окружающей природной среды**. Спектр влияния на биосферу загрязнителей, образующихся в результате деятельности его предприятий, настолько широк, что во многих районах добычи сырья возникают непредсказуемые эффекты, губительно сказывающиеся на состоянии природных экосистем, животном и растительном

мире. Например, на нефтяных месторождениях Западной Сибири случается до 35 тыс. аварий в год, которые приводят к значительным разливам нефти. Места этих разливов невозможно обнаружить своевременно из-за труднодоступности и заболоченности местности. Это явление приобрело массовый характер и грозит серьезными экологическими последствиями (табл. 4.5).

Растет **воздействие человека на литосферу**. Во многих регионах земного шара поверхность изрыта огромными карьерами глубиной более 500 м. Обычная глубина шахт в некоторых регионах мира достигает 1 500 м; золоторудные месторождения в Южной Африке разрабатываются на глубинах до 4 000 м. Земная поверхность покрыта гигантскими отвалами, образовавшимися в результате добычи и переработки минерального сырья, терриконами пустой породы на месте разработки угольных месторождений.

Интенсивная откачка подземных вод и изменение установившегося гидродинамического режима на территориях, пораженных древним карстом, может вызвать нарушение их устойчивости и развитие так называемых карстово-суффозионных процессов, приводящих к образованию провальных воронок техногенно-

Таблица 4.5

**Техногенные чрезвычайные ситуации (ЧС), произошедшие на территории Российской Федерации в 2006 г.**

(Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году»)

Чрезвычайные ситуации по характеру и виду источников возникновения	Всего ЧС	Число человек	
		погибших	пострадавших
Техногенные ЧС	2 541	5 927	3 289
Аварии, крушения грузовых и пассажирских поездов, поездов метрополитена	15	5	2
Аварии грузовых и пассажирских судов	25	28	201
Авиационные катастрофы	40	301	170
ДТП с тяжкими последствиями	180	685	1 234
Аварии на магистральных трубопроводах и внутрипромысловых нефтепроводах	40	4	1
Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ (АХОВ)	19	17	171

природного происхождения. В некоторых районах эти процессы развиваются настолько быстро, что становятся опасными не только для зданий и сооружений, но и для людей. За 30 лет в конце XX — начале XXI в. в северо-западной части Москвы образовалось 42 карстово-суффозионных провала. Диаметр провальных воронок достигал 40 м, глубина — от 1,5 до 5—8 м. В результате пострадало три пятиэтажных здания, жителей которых пришлось переселить, а здания разобрать.

Добыча сырья карьерным или шахтным способом приводит к сильному запылению атмосферы из-за частых взрывных работ, образованию огромного количества отходов вскрышных пород и переработки минерального сырья, отвалы которых занимают сотни тысяч гектаров, в том числе плодородных земель. Опускание поверхности Земли происходит также при добыче жидких, газообразных и твердых полезных ископаемых. Самый впечатляющий пример — добыча нефти и газа в районе г. Лонг-Бич в Калифорнии, где оседание поверхности в 1950-х гг. XX в. достигло 8,8 м. В России данная проблема актуальна для Западной Сибири, поскольку опускание этой территории даже на несколько десятков сантиметров может существенно увеличить ее и без того сильную заболоченность.

На месте горных выработок и скважин происходит изменение целостности массивов пород, остаются многокилометровые подземные пустоты и галереи, что приводит к просадке грунта, его смещению и деформации, изменению водного баланса территории, загрязнению поверхностных и подземных вод.

Большое влияние на геологическую среду оказывают подземные ядерные взрывы. Резко меняются свойства горных пород, происходит их уплотнение, изменение уровней поверхностных и подземных вод.

Бурение нефтяных и газовых скважин, откачка нефти и газа из месторождений, сооружение большого количества крупных водохранилищ нарушают сплошность недр, устойчивость горных пород. Сравнительно недавно возникло понятие «наведенная сейсмичность» — землетрясения, вызванные воздействием хозяйственных мероприятий на устойчивость недр.

В настоящее время недра становятся средой временного обитания и деятельности людей (шахты, метро, бомбоубежища, подземные хранилища воды и различных веществ, в том числе радиоактивных, подземные заводы, холодильники, ракетостановки, подземные гаражи).

Формирующиеся на месте нарушенных земель техногенные ландшафты отличаются почти полным отсутствием почвенного покрова, растительности, микроорганизмов. Породы, попадающие в отвалы, могут содержать вредные соединения, которые, выделяясь, загрязняют воздух, почву, воды. По имеющимся дан-

ным, ежегодно из недр Земли извлекается не менее 4 км<sup>3</sup> горных пород и руд практически всех известных элементов. Вследствие прямых потерь, неполного использования сырья и отходов производства концентрация металлов в почве к середине XXII в. может увеличиться в 10—100 раз, что окажется губительным для всех наземных экосистем.

Для восстановления нарушенных горными разработками природных ландшафтов проводят *рекультивацию* — комплекс инженерных, горно-технических, мелиоративных, лесовосстановительных и других видов работ.

*Сельскохозяйственная рекультивация* включает привнесение плодородного почвенного слоя толщиной не менее 80 см с мощностью гумусового слоя не менее 30 см, последующее рыхление рекультивируемых участков, применение удобрений, нейтрализацию кислотности почв известковыми материалами, использование севооборотов с участием многолетних и однолетних трав и др. При этом виде рекультивации часто используется пласт почвы, предварительно снятый и складированный до начала разработок.

*Лесохозяйственная рекультивация* не требует тщательного выравнивания отвальных площадей. Эти земли далее могут использоваться также под пастбища или сенокосы с предварительным внесением в почвы удобрений.

*Водохозяйственная рекультивация* предполагает создание искусственных водоемов в карьерах, оставшихся от горных разработок, возможно использование их для искусственного орошения сельскохозяйственных земель, рыбозаведения.

*Рекреационная рекультивация* применяется во многих странах в целях создания зон отдыха для местного населения, облагораживания нарушенных человеком природных ландшафтов. В частности проводят террасирование склонов, подбор и посадку декоративных растений; насыпные терриконы используют для создания спортивных сооружений: горнолыжных и саночных трасс и др.

**Воздействие промышленного производства на окружающую среду.** На долю промышленности приходится большая часть выбросов в окружающую среду. Статистика показывает, что мощность современной индустрии удваивается каждые 13—15 лет. Усиление воздействия на природу вызывает стремительно растущую деградацию природной среды. Особенно быстро увеличивается химическое давление на среду обитания вследствие применения устаревших технологий и оборудования.

Различные отрасли промышленности отличаются используемым сырьем, технологическими процессами и многообразием воздействия на природу и человека. Потребителями полезных ископаемых являются отрасли перерабатывающей промышленности: черная и цветная металлургия, угольная, нефтяная, горно-хими-



ческая промышленность, производство строительных материалов. Для отраслей перерабатывающей промышленности характерно значительно большее воздействие на состояние атмосферы и поверхностных вод, чем для добывающей. Эти отрасли хозяйства отличаются наибольшими масштабами химического загрязнения окружающей среды, поступающего в виде твердых отходов, газовых выбросов, сточных вод (табл. 4.6).

С химическим загрязнением биосферы связаны изменения климата и спектрального состава солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, явление «парникового эффекта», истощение озонового слоя, кислотные осадки, что в совокупности отражается на здоровье всей биоты, и в первую очередь — человека. Многие химические соединения способны передаваться по пищевым цепям и накапливаться в живых организмах, и том числе и в организме человека. Химическая нагрузка на одного жителя России за время жизни составляет 2,8 т углеводов; 4,2 т CO<sub>2</sub>; 140 кг пестицидов; 6,3 кг фторидов; 2,1 кг фенола; 1 кг свинца; 12 кг ртути; 1 кг тяжелых металлов (В. И. Данилов-Данильян, 1994).

Россия незначительно отличается от развитых государств мира по общим объемам выбросов в атмосферу на единицу площади и душу населения, но существенно превосходит их по выбросам ток-

Таблица 4.6

**Вклад отраслей промышленности России в загрязнение атмосферы и поверхностных вод (М. П. Ратанова, 1999)**

Отрасли промышленности	Доля в выбросах в атмосферу, %	Доля в сбросе сточных вод, %
<b>Добывающая промышленность:</b>	20,6	11,1
нефтедобыча	10,9	0,4
угольная	5,1	10,6
газовая	4,6	0,1
<b>Перерабатывающая промышленность:</b>	79,4	88,9
цветная металлургия	30,2	7,8
черная металлургия	21,3	11,6
нефтеперерабатывающая	7,1	3,7
машиностроение	5,2	10,5
промышленность стройматериалов	4,5	2,1
химическая и нефтехимическая	3,9	22,3
деревообрабатывающая	3,8	23,6
пищевая	2,1	2,1
оборонная	0,8	2,8
легкая	0,5	2,4

сичных углеводородов и тяжелых металлов. Из примерно 25 тыс. российских предприятий, служащих основными источниками выбросов, лишь 38 % оборудованы очистными сооружениями, которые во многих случаях работают неэффективно. В настоящее время также ослаблен экологический контроль за ростом предприятий (рис. 4.4).

Из данных наблюдений за качеством воздуха в городах России следует, что уровень загрязнения воздуха остается высоким. Степень влияния предприятий различных отраслей промышленности на компоненты окружающей природной среды представлена в табл. 4.7.

В целом по России 39 % ее городского населения проживает на территориях, где не проводятся наблюдения за загрязнением ат-

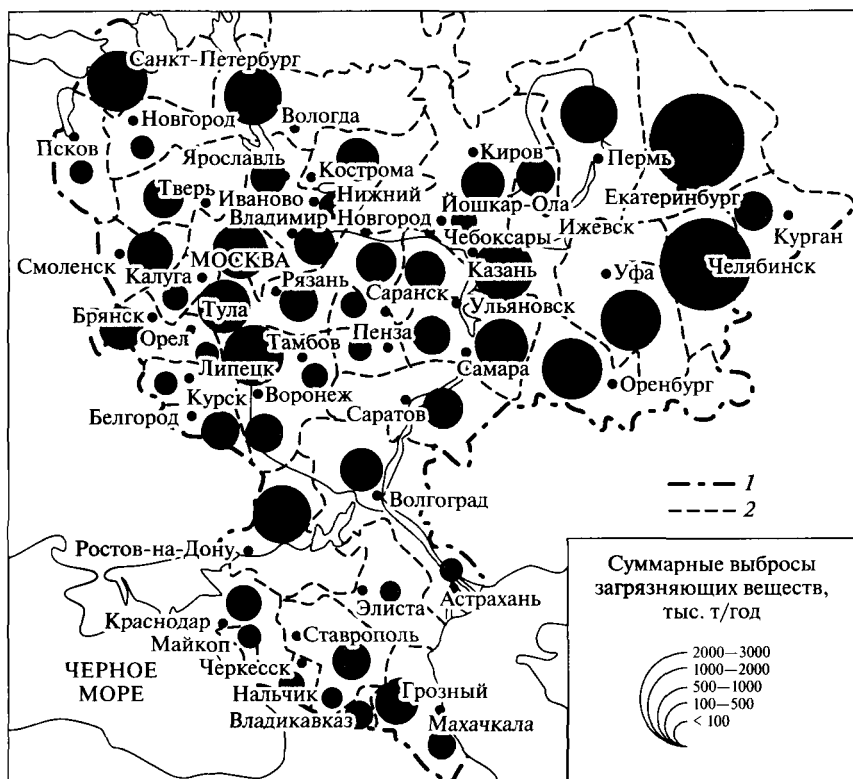


Рис. 4.4. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в некоторых регионах России (Н.Ф. Винокурова и др., 1995):

1 — государственная граница; 2 — границы субъектов РФ

мосферы, а 56 % (59,8 млн чел.) — в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы, среди которых лидируют в Иркутской области — Ангарск, Братск, Зима, Иркутск, Усолье-Сибирское, Шелехов, в Кемеровской — Кемерово и Новокузнецк, в Челябинской — Карабаш, в Московской — Мытищи, Шелково, в Хабаровском крае — Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, в Красноярском — Норильск и др. В обзоре загрязнений природной среды в Российской Федерации (2006) приведены данные о городах с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в 2005 г., определяемом бенз(а)пиреном (БП), формальдегидом (Ф), фенолом, NO<sub>2</sub>, CO, CS<sub>2</sub>, HF, NH<sub>3</sub>, сажей, взвешенными веществами (ВВ):

Ангарск .....	БП, Ф	Нерюнгри .....	БП, Ф, NO <sub>2</sub>
Балаково .....	ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, CS <sub>2</sub> , Ф	Нижнекамск .....	ВВ, БП, Ф
Барнаул .....	БП, ВВ, Ф, NO <sub>2</sub>	Новороссийск .....	Ф, БП, NO <sub>2</sub> , ВВ
Благовещенск .....	БП, Ф, ВВ	Новокузнецк .....	Ф, БП, ВВ, NO <sub>2</sub> , HF
Братск .....	БП, NO <sub>2</sub> , HF, Ф	Новотроицк .....	ВВ, CO, NO <sub>2</sub> , фенол, БП, NH <sub>3</sub>
Владимир .....	БП, ВВ, Ф, фенол	Норильск .....	БП, Ф, фенол
Волгоград .....	БП, NO <sub>2</sub> , HF, Ф, фенол	Первоуральск .....	ВВ, NO <sub>2</sub> , БП, Ф
Волгодонск .....	БП, Ф	Петропавловск-	
Волжский .....	Ф, БП, ВВ	Камчатский .....	Ф, БП
Зима .....	ВВ, БП, Ф	Прокопьевск .....	БП, ВВ, NO <sub>2</sub>
Иркутск .....	Ф, БП, сажа, NO <sub>2</sub>	Радужный, Югра .....	Ф
Калининград .....	БП, Ф, NO <sub>2</sub>	Ростов-на-Дону .....	NO <sub>2</sub> , Ф, БП
Комсомольск-		Рязань .....	БП, CS <sub>2</sub> , фенол
на-Амуре .....	ВВ, Ф, БП, NO <sub>2</sub> , фенол	Саратов .....	NO <sub>2</sub> , БП, Ф
Красноуринск .....	БП, Ф, HF, фенол	Селенгинск .....	Ф, БП, фенол, CS <sub>2</sub>
Красноярск .....	БП, Ф, ВВ	Улан-Удэ .....	БП, Ф, ВВ, NO <sub>2</sub>
Кумертау .....	БП, Ф	Уссурийск .....	БП, NO <sub>2</sub>
Курган .....	Ф, БП, сажа, NO <sub>2</sub>	Хабаровск .....	БП, Ф, NO <sub>2</sub> , ВВ
Магадан .....	БП, Ф, фенол	Челябинск .....	БП, Ф, HF
Магнитогорск .....	БП, Ф, ВВ, NO <sub>2</sub>	Чита .....	ВВ, Ф, БП, NO <sub>2</sub>
Набережные Челны .....	БП, Ф	Южно-Сахалинск .....	БП, сажа, NO <sub>2</sub> , Ф
Назарово .....	ВВ, Ф, БП		

Влияние промышленных узлов на окружающую среду (М. П. Ратанова, 1999)

Специализация промышленных узлов	Основные направления воздействия	Степень влияния			Особенности воздействия	Примеры промышленных узлов
		на воздух	на воду	на земную поверхность		
Многоотраслевая	Все компоненты природной среды	+++	+++	+	Сильное загрязнение атмосферы, вод, почв. Нарушение земной поверхности, снижение уровня грунтовых вод, повреждение лесов, перестройка ландшафтов	Московский, С.-Петербургский, Нижегородский, Челябинский, Уфимский, Рязанский, Читинский
Цветная металлургия, в том числе в сочетании с черной; целлюлозно-бумажное производство, химия органического синтеза	Преимущественно воздушный бассейн	+++	+	+	Сильное загрязнение атмосферы специфическими загрязнителями, превышение ПДК сразу по многим элементам, эффект суммарного воздействия	Липецкий, Мончегорский, Норильский, Серовский, Нижнетагильский, Магнитогорский

Текстильная, целлюлозно-бумажная промышленность	Преимущественно водные ресурсы	+	+++	+	Загрязнение специфическими примесями, снижение содержания кислорода, тепловое загрязнение вод. Нарушение экосистем водоемов	Ивановский, Архангельский, Котласский, Кондопожский
Добыча угля, нефти, газа, руд, горно-химического сырья	Преимущественно рельеф, почвенно-растительный покров	+	++	+++	Образование антропогенных форм рельефа, нарушение водного баланса, полное уничтожение сельхозугодий и лесов. Запыленность атмосферы, появление техногенных ландшафтов	Сургутский, Железногорский, Качканарский, Кировско-Хибинский

В табл. 4.8 приведены данные о количестве городов России, в которых наблюдается загрязнение воздуха пылью, бенз(а)пиреном, оксидами азота, серы и углерода, а также о средних концентрациях этих веществ в воздухе указанных городов.

Основной вклад в высокий уровень загрязнения атмосферы вносят предприятия черной и цветной металлургии, химической и нефтехимической промышленности, электроэнергетики (рис. 4.5), а в загрязнение поверхностных вод — целлюлозно-бумажная промышленность, машиностроение и др.

Различные виды металлургического производства дают большие массы разнообразных по составу и практически не используемых шлаков и пыли. В целом при производстве 1 т стали образуется около 0,4 т твердых шлаков, содержащих тяжелые металлы, мышьяк, сурьму и другие примеси, которые из отвалов попадают в окружающую среду. Выбросы предприятий черной металлургии имеют высокую температуру (300—800 °С). Загрязнение воздуха от предприятий распространяется на расстояние 15—25 км в зависимости от силы ветра.

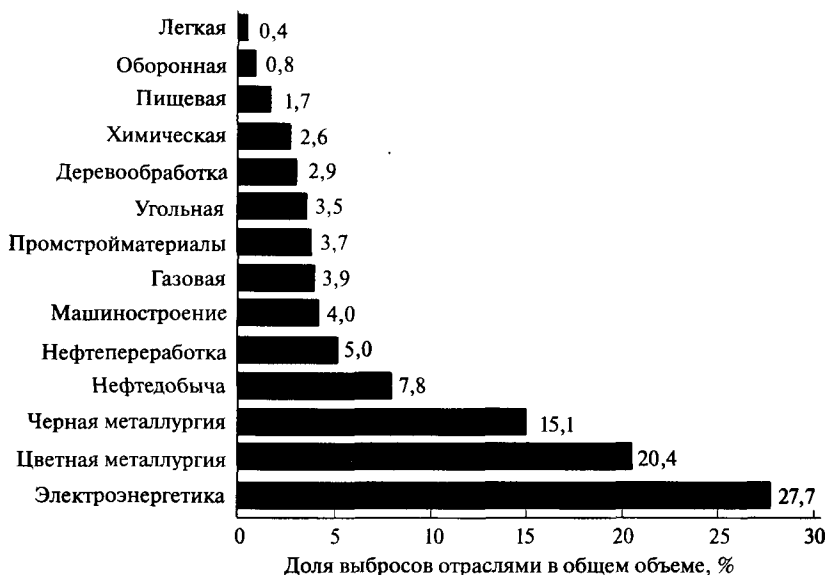
Цветная металлургия загрязняет биосферу оксидом серы (IV), мышьяком и другими токсичными соединениями. Многие регионы России, где сосредоточены предприятия медной, свинцово-цинковой, алюминиевой промышленности, характеризуются кризисной экологической обстановкой. Это города Каменск-Уральский с алюминиевым заводом; Норильск, в течение многих лет занимающий 1-е место среди городов России по атмосферному загрязнению; Карабаш Челябинской области с медеплавильным комбинатом, объявленный зоной экологического бедствия; Кольский полуостров (города Мончегорск, Кандалакша и пос. Никель), где в зоне влияния комбината «Печенганикель» погибло

Таблица 4.8

**Загрязнение воздуха городов России по данным стационарных станций в 2005 г.**

(Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации, 2006)

Загрязняющее вещество	Число городов	Концентрации, мкг/м <sup>3</sup>	
		средняя	максимальная
Пыль	227	125	1 100
NO <sub>2</sub>	237	39	300
NO	135	28	270
SO <sub>2</sub>	231	8	145
CO	203	1 400	9 800
Бенз(а)пирен, мкг/м·10 <sup>-3</sup>	169	2,5	5,2



*А*



*Б*

Рис. 4.5. Распределение отраслей промышленности России по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух (А) и по сбросам загрязняющих сточных вод (Б) (Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1999 году»)

свыше 1 000 га лесов, отмечаются высокие уровни загрязнения почв, подземные водоносные горизонты загрязнены тяжелыми металлами.

Предприятия химической и нефтехимической промышленности выбрасывают в окружающую среду хлор, оксиды серы и азота, соединения фосфора, ртути. При сернокислотном производстве происходит выброс  $\text{SO}_2$  и других соединений серы. Заводы по производству азотных удобрений выбрасывают в сутки 2 — 5 т оксидов азота. Предприятия, выпускающие пестициды и красители, загрязняют окружающую среду хлором. Шинная промышленность поставляет в атмосферу стирол, толуол, ацетон. Отходы нефтепереработки содержат до 85 % серной кислоты и зачастую сливаются в реки и овраги.

Машиностроение дает 10 — 13 % объема промышленных сточных вод, загрязненных нефтепродуктами, маслами, механическими взвесьями, ионами тяжелых металлов.

Ресурсный цикл большинства производств фактически не замкнут; на каждом его этапе неизбежны потери, возникающие вследствие особенностей технологии. Многие предприятия России устарели, представляют повышенную опасность, растет число аварий на производствах.

Учет содержания загрязнений в атмосферном воздухе населенных мест осуществляется на основе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ — максимальных разовых ( $\text{ПДК}_{\text{мр}}$ ) и среднесуточных ( $\text{ПДК}_{\text{ср}}$ ) (табл. 4.9).

В России, как и в других странах мира, для некоторых веществ, широко используемых в хозяйственной деятельности, не определены их токсичность, мутагенность и канцерогенность. Для многих опасных отходов не установлены ПДК, что грозит непредсказуемыми последствиями. Прежде всего это касается особо опасных веществ, таких как диоксины, полихлорбифенилы, бенз(а)пирен.

Развитие диоксиноопасных производств в ряде городов Российской Федерации, а также применение гербицидов в зонах интенсивного рисосеяния на Кубани, в районах Нижней Волги, Дальнего Востока и Приазовья создают реальную угрозу диоксинового загрязнения. Выборочные обследования окружающей среды на содержание в ней диоксинов проводились в Дзержинске, Ногинске, Чапаевске и Щелково, где действуют химические производства. Установлено повышенное содержание диоксинов (до 0,01 — 0,14 мг/кг) в продукции этих предприятий, тогда как в США и ФРГ допустимый норматив для подобной продукции составляет 0,001 — 0,005 мг/кг.

Диоксины в сто раз токсичнее яда кураре, которым индейцы смазывали свои стрелы, в тысячу раз токсичнее известного яда

**Предельно допустимые концентрации некоторых веществ,  
поступающих в атмосферу (В. Ф. Протасов, 2001)**

Вещество	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>	
	максимальная разовая	средняя суточная
NO <sub>2</sub>	0,085	0,04
NH <sub>3</sub>	0,20	0,04
Сажа (копоть)	0,15	0,05
SO <sub>2</sub>	0,03	0,005
CO	3,0	1,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,05
Cl <sub>2</sub>	0,01	0,03
Пыль	0,15 — 0,5	0,05 — 0,15

стрихнина. Даже в ничтожных концентрациях они оказывают сильнейшее воздействие на иммунную и эндокринную системы организма.

Основная опасность диоксинов заключается в их способности накапливаться в живых организмах и вызывать отдаленные последствия хронического отравления малыми дозами. Интенсивное изучение опасности загрязнения диоксинами ведется с тех пор, когда стала известна причина массовых поражений людей во Вьетнаме, Севезе (Италия), Миссури (США), Японии (болезнь Юшо) (В. Ф. Протасов, 2001).

В настоящее время в России активно рекламируются оконные рамы, линолеум, трубы, покрытия для крыш, жалюзи и даже игрушки из поливинилхлорида (ПВХ). При пожаре это вещество выделяет сильнейший яд, ничтожная доза которого способна убить человека (чем и опасны горящие свалки, выбрасывающие в атмосферу диоксины). Не менее опасно биологическое разложение (холодное горение) изделий из ПВХ на свалках, при котором диоксины выделяются в течение многих десятков лет.

Бенз(а)пирен — один из самых распространенных и сильнодействующих канцерогенов, содержащихся в атмосферном воздухе. В городах, где его концентрация составляет 2 — 4 ПДК, частота заболеваний раком у лиц старше 40 лет возрастает на 12 — 20 %, а если ПДК превышена более чем в 4 раза — на 22 — 24 % по сравнению с городами, где концентрация бенз(а)пирена меньше 2 ПДК. Основные источники бенз(а)пирена — предприятия цветной и черной металлургии, коксо- и нефтехимии, литейное производство, асфаль-



тобетонные заводы, тепловые электростанции, транспорт и мусоросжигание.

Особенно высокие среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (более 10 ПДК) в отдельные годы были зафиксированы в городах Сибири и Дальнего Востока: Братске, Зиме, Иркутске, Кызыле, Новокузнецке, Улан-Удэ, Уссурийске, Черемхове, Чите и Шелехове.

Уровни загрязнения городов на европейской территории России значительно ниже. Среднегодовые концентрации на уровне 2—6 ПДК отмечались в Калининграде, Кандалакше, Липецке, Новгороде, Сыктывкаре и Череповце (В. Ф. Протасов, 2001).

Проблема загрязнения поверхностных вод в России рассмотрена в подразд. 4.4, посвященном качеству вод.

**Защита окружающей среды от промышленных загрязнителей.** По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в настоящее время в мире используется в хозяйственной деятельности около 500 тыс. химических соединений, из которых 40 тыс. вредны для живых организмов, а 12 тыс. — ядовиты. Огромные выбросы вредных веществ при недостаточной реализации природоохранных мероприятий привели к нарушению функционирования природных систем; общество оказалось перед реальной угрозой экологического кризиса.

Таким образом, преодолевая прямую зависимость от природы благодаря научно-техническому прогрессу, общество все больше зависит от ее «здоровья и благополучия», что определяет необходимость разработки научных основ оптимизации природопользования.

К основным направлениям защиты окружающей природной среды от химических продуктов промышленных производств относятся следующие:

- совершенствование технологических процессов, смена устаревших технологий;
- переход на малоотходные и ресурсосберегающие технологии;
- эффективная очистка промышленных выбросов и стоков, совершенствование очистного оборудования;
- комплексная переработка шлаков с предварительным извлечением цветных и редких металлов;
- улавливание пыли и газообразных вредных веществ из отходящих газов;
- улавливание побочных компонентов из сточных вод;
- введение оборотного водоснабжения;
- рациональное размещение предприятий с учетом топографии местности и направления ветров;
- экологически безопасное размещение отходов;

– организация санитарно-защитных зон вокруг промышленных предприятий.

Для очистки поступающих в атмосферу газовых выбросов и обезвреживания аэрозолей (пылей и туманов) применяются различные методы, например *адсорбция* — очистка газов от газообразных и парообразных примесей путем поглощения их пористыми телами — адсорбентами.

Применяются также термические методы прямого сжигания для очистки газов от легкоокисляемых токсичных или дурнопахнущих примесей, методы конденсации, каталитические методы и пр.

Для очистки сточных вод используют следующие методы:

– механические (удаление взвешенных частиц путем процеживания, отстаивания, фильтрования);

– физико-химические (коагуляция, сорбция, флотация и др.);

– электрохимические (извлечение ценных продуктов путем пропускания постоянного электрического тока через сточные воды);

– биологические (переработка растворенных веществ микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности).

Есть несколько типов биологических устройств для очистки сточных вод: биофильтры, биологические пруды, поля орошения и аэротенки (резервуары с активным илом, содержащим микроорганизмы).

**Переработка и утилизация твердых отходов.** Загрязнение окружающей среды отходами хозяйственной деятельности (особенно химическими и радиоактивными) уже в настоящее время весьма существенно влияет на всю планетарную обстановку, прежде всего, на здоровье населения и состояние природных экосистем.

Ежегодно в России, например, образуется до 7 млрд т отходов, а используется и перерабатывается не более 2 млрд т. В отвалах и хранилищах накоплено до 80 млрд т твердых отходов, в том числе токсичных и содержащих канцерогенные вещества. Из-за недостатка полигонов для складирования и захоронения отходов широко практикуется их вывоз на так называемые «несанкционированные свалки» — территории, изъятые из сельскохозяйственного оборота, где практически не принимается никаких мер по обезвреживанию отходов. Мусоросжигательные заводы также не полностью решают проблему, поскольку они переносят загрязнение с поверхности земли в атмосферу и вновь на почву в виде золы.

Методы утилизации отходов во многом определяются спецификой хозяйства и характеристиками самих отходов. К применяемым способам переработки отходов промышленного производства предъявляются, среди прочих, следующие требования:

– широкое внедрение различных технологий механического обезвреживания и переработки твердых отходов (в том числе механическая сортировка, измельчение и последующая термическая обработка отходов; сжигание многих видов твердых бытовых отходов и органики на мусоросжигательных заводах, переплав, обжиг шлаков и др.);

– существенное увеличение масштабов физико-химической переработки отходов с извлечением ценного сырья;

– сортировка, обеззараживание и складирование отходов на специальных полигонах и свалках с обеспечением экологически безопасных условий хранения (аэробное биотермическое компостирование), захоронение отходов (хранилища должны быть непроницаемыми для грунтовых вод).

Один из перспективных путей — создание специальных производственных комплексов по переработке отходов в пределах регионов.

**Физическое загрязнение среды.** Это привнесение в среду источников энергии (тепла, света, шума, вибрации, гравитации, электромагнитного и радиоактивного излучений и т. п.), проявляющееся в отклонении ее физических свойств от нормы. Различные отрасли промышленности, в частности машиностроение, металлообработка, энергетика, а также виды транспорта являются источниками шумового, теплового, светового, электромагнитного, радиационного и других видов физического загрязнения, оказывающего существенное влияние на здоровье населения.

**Промышленный шум** фиксируется практически во всех технологических процессах. Ниже приведены уровни звукового давления (дБ) для разных видов производств (М. П. Ратанова, 1999):

Сталеплавильное .....	74 — 103
Прокатное .....	118 — 122
Литейное .....	105 — 115
Кузнечно-прессовое, штамповочное.....	115 — 130
Рубильные машины, ножницы, полуавтоматы, автоматы ...	110 — 115
Сварочные работы.....	100 — 105
Металлорежущие станки.....	100 — 106
Заточка инструментов .....	85 — 90

Уровень звука, воспринимаемый человеком, изменяется от порога слышимости (0 дБ) до порога болевых ощущений (130 дБ) (рис. 4.6). Небольшой шум в ночное время (35 — 40 дБ) вызывает нарушения сна. Высокий уровень шума снижает производительность труда, оказывает раздражающее действие на вегетативную

нервную систему. При постоянном уровне шума выше 70 дБ происходят глубокие изменения в состоянии организма человека, вплоть до психических заболеваний, изменения зрения, слуха, состава крови и т. д.

Существуют специальные требования безопасности к уровню производственного и бытового шума, которые ограничивают допустимые акустические параметры машин и оборудования. Технические методы борьбы с акустическим шумом основаны на его снижении в месте возникновения и ограничении зоны распространения, создании звукопоглощающей среды, специальных звукоизолирующих ограждений из материала и др.

**Вибрация** — это сложный колебательный процесс с широким диапазоном частот. В городах источниками вибрации служат транспорт и некоторые производства. Длительное воздействие вибрации приводит к возникновению нервно-мышечных и костно-суставных заболеваний, а также влияет на конструкции и сооружения, усиливает процесс коррозии металлов.

В период НТР появился новый фактор воздействия на окружающую среду — **электромагнитные поля (ЭМП)** антропоген-

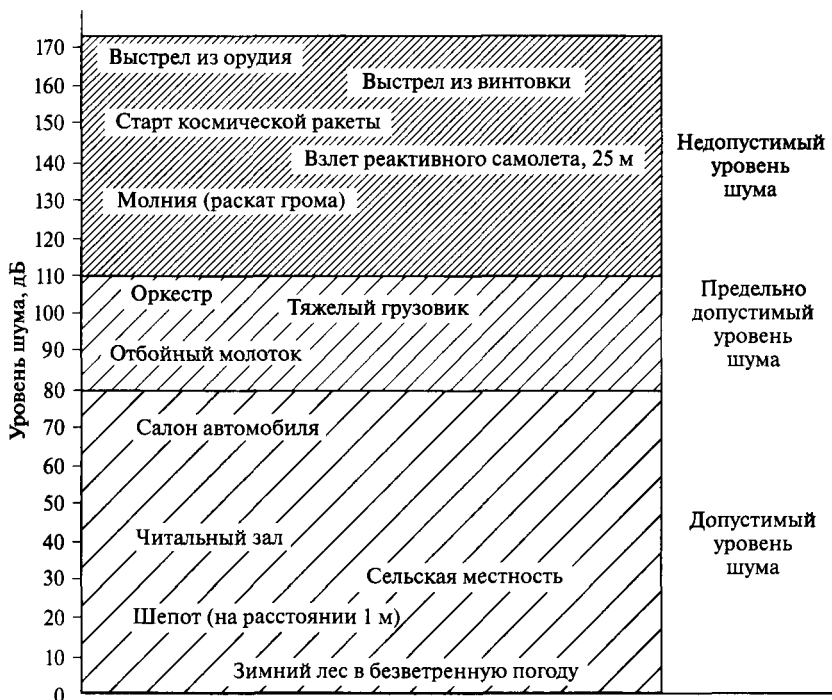


Рис. 4.6. Шкала силы звука (В. Ф. Протасов, 2001)

ного происхождения. Некоторые специалисты относят ЭМП к числу сильнодействующих геоэкологических факторов с возможными катастрофическими последствиями для всего живого. Напряженность электромагнитного излучения возрастает вблизи линий электропередач, радио- и телестанций, средств радиолокации и радиосвязи, различных энергетических и энергоемких установок, городского транспорта.

В настоящее время количество разнообразных источников ЭМП резко увеличивается. Это системы мобильной связи, автомобильные радары, большое количество радиовещательных станций. Ставший привычным для крупного города фон низкочастотного электромагнитного поля соответствует ситуации высокой природной геомагнитной активности (магнитные бури); в электропоездах уровень ЭМП превышает естественный фон в сотни тысяч раз (!) (В. Ф. Протасов, 2001). Резкие изменения поля могут служить пусковым механизмом для патологических процессов у людей с ослабленным здоровьем, в том числе пожилых, уже страдающих от сердечно-сосудистых заболеваний.

Для того чтобы ослабить вредные воздействия на человека источников электромагнитного поля промышленной частоты, вокруг этих источников должна быть санитарно-защитная зона. Рекомендации по снижению ЭМП включают заземление металлических крыш, установку железобетонных заборов, экранов, посадку деревьев высотой более 2 м и др. Предполагается регулярное проведение специальных измерений полей в районах электромагнитного загрязнения окружающей среды. Проблемы радиоактивного загрязнения рассмотрены в подразд. 4.3.

### **4.3. Геоэкологические проблемы энергетики**

**Проблемы ресурсосберегающих технологий и экономии сырья.** Представление о неисчерпаемости природных ресурсов, как и о беспредельных возможностях самоочищения биосферы, в настоящее время полностью переосмыслены. Однако процессы прогрессирующего развития общества повернуть вспять нельзя, так же как невозможно прекратить хозяйственную деятельность. При регулировании любого вида природопользования необходимо учитывать не только потребности общества, но и состояние ресурса.

Технический прогресс, связанный с ресурсопотреблением, должен быть направлен на сокращение количества сырья, расходуемого на производство единицы продукции, и более эффек-

тивное его использование, совершенствование технологических основ производства, позволяющее заменять одни виды сырья другими.

Прежде всего, это касается энергетических ресурсов. В современном мире энергетика служит основой для развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного производства. Во всех промышленно развитых странах энергетический комплекс опережает по темпам развития другие отрасли.

В то же время энергетика — один из источников неблагоприятного воздействия на окружающую среду. Она влияет на атмосферу (потребление кислорода, выбросы загрязняющих веществ), гидросферу (потребление воды, создание искусственных водохранилищ, сбросы загрязненных и нагретых вод, жидких отходов) и литосферу (потребление ископаемых ресурсов, изменение ландшафта, загрязнение токсичными веществами).

Под *энергетикой* понимается совокупность отраслей человеческой деятельности, снабжающих другие отрасли энергоресурсами. К основным источникам электроэнергии и тепла (табл. 4.10) относятся различные виды органического топлива (уголь, нефть, газ, торф, горючие сланцы), ядерное топливо и гидроэнергоресурсы.

Общая мощность производства и потребления энергии в мире составляет в настоящее время  $10^{12}$  Вт и продолжает расти (Г. Н. Голубев, 1999). Из этого количества около 90 % энергии получают путем *сжигания горючих ископаемых* — угля, нефти и

Таблица 4.10

**Структура производства электроэнергии в мире и в отдельных регионах (А. В. Чернов и др., 1998)**

Регион	Выработка электроэнергии, %		
	ТЭС	ГЭС	АЭС
СНГ	75	13	12
Европа, за исключением стран СНГ	55	15	27
Азия, за исключением стран СНГ	69	18	13
Африка	81	17	2
Северная Америка	66	18	18
Латинская Америка	23	75	2
Австралия и Океания	79	21	—
Мир в целом	63	20	17

природного газа. Ежегодное сжигание 9 млрд т условного топлива поглощает из атмосферы 15,8 млрд т кислорода.

Бурно развивающаяся экономика на рубеже XXI в. требует все больших энергетических затрат. Но имеющиеся расчеты показывают, что при современных объемах энергопотребления разведанных запасов основных видов ископаемого органического топлива на Земле хватит примерно на 150 лет (в том числе нефти — на 35—100, газа — на 50 лет), угля — на 425—1 000 лет (точка отсчета — 1990 г.). Во всем мире вынуждены переходить к разработке менее продуктивных месторождений сырья, расположенных в труднодоступных районах, требующих затрат на разработку (шельф Мирового океана, глубинное бурение).

Научно-технический прогресс сыграл важную роль в изменении энергетической базы общества. В XIX в. основную долю в топливном балансе наиболее развитых стран мира составлял уголь. За последние 30—40 лет XX в. основными видами топлива стали нефть и газ (табл. 4.11).

В перспективе доля газа будет возрастать, а доля нефти — снижаться из-за постепенного истощения ее запасов. В частности, увеличится применение газа в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания в автомобилях и на тепловых электростанциях.

Человечество на пороге XXI в. вступило в переходный период — от энергетики, базирующейся на невозобновляемых органических природных ресурсах, к энергетике, использующей практически неисчерпаемые источники (ядерная энергия, солнечная радиация, внутренняя теплота Земли). Главная задача настоящего периода — развитие энергосберегающих технологий и всемерная экономия энергии.

Основные направления охраны и рационального использования топливно-энергетических ресурсов включают снижение их потерь при добыче и переработке, совершенствование техники и технологии извлечения сырьевых ресурсов; доведение объемов использования отходов добычи и переработки сырья до 55 %; развитие новых, менее энергоемких отраслей хозяйства; экономию в коммунальном хозяйстве; выпуск более экономичных автомобилей; развитие атомной энергетики и постепенное увеличение ее роли в топливно-энергетическом балансе.

Механизация и автоматизация процессов добычи сырья позволяют снизить затраты на его получение. В настоящее время рост добычи угля обеспечивается благодаря использованию более эффективного открытого способа разработки, который в 2—3 раза дешевле подземного, ведется при почти полном отсутствии ручного труда и со значительно меньшими потерями сырья.

Рост добычи нефти также связан с механизацией и автоматизацией работ. В настоящее время ведется бурение скважин глуби-

**Крупнейшие действующие тепловые электростанции России**  
(М. П. Ротанова, 1999)

Электростанция	Установленная мощность, МВт	Топливо	Год ввода в эксплуатацию
Сургутская-2	4 800	Газ	1988
Рефтинская	3 800	Уголь	1980
Костромская	3 600	Газ, мазут	1980
Сургутская-1	3 324	Газ	1986
Рязанская	2 800	Мазут	1981
Троицкая	2 455	Уголь	1976
Ставропольская	2 400	Газ, мазут	1983
Заинская	2 400	Газ, мазут	1975
Конаковская	2 400	Газ, мазут	1969
Новочеркасская	2 400	Газ, мазут, уголь	1972
Ириклинская	2 400	Газ, мазут	1979
Пермская	2 400	Мазут, газ	1990
Киришская	2 020	Мазут	1978

ной до 5 тыс. м, а в открытом море — на глубинах до 300 м. Неудовлетворительно используется при добыче нефти попутный газ, многие миллиарды кубических метров которого сжигаются в факелах (например, в Тюменской области). Возможно, уже в ближайшем будущем станет целесообразнее использовать нефть и газ не в качестве топлива, а в качестве сырья для производства продуктов синтетической химии.

Доля *гидроэнергетики* в общем мировом потреблении первичных энергоресурсов невелика (2,5%), но она гораздо выше в производстве электроэнергии (около 20%) (табл. 4.12). В этой отрасли хозяйства доминируют Канада, США и Россия. В ряде развивающихся стран построены и строятся крупнейшие ГЭС: «Гури» в Венесуэле — мощностью 10 млн кВт; «Итайпу» в Бразилии — 12 млн кВт; «Три порога на р. Янцзы» в Китае — 17,6 млн кВт.

Рентабельность ГЭС в России значительно выше, чем ТЭС, а себестоимость электроэнергии в 6 раз ниже, чем на ТЭС. Гидроэнергетику относят к экологически чистым отраслям, хотя это довольно условно, так как в зоны затопления попадают большие массивы лесных и сельскохозяйственных земель.



## Крупнейшие ГЭС мира (В. П. Максаковский, 1993)

ГЭС	Страна	Проектная мощность, млн кВт	Год ввода в эксплуатацию
Итайпу	Бразилия — Парагвай	12,6	1983
Гранд-Кули	США	10,8	1942
Гури	Венесуэла	10,3	1968
Тукуруи	Бразилия	8,0	1984
Саяно-Шушенская	Россия	6,4	1980
Корпус-Посадос	Аргентина — Парагвай	6,0	1990
Красноярская	Россия	6,0	1968
Ла-Гранд 2	Канада	5,3	1979
Черчилл-Фолз	Канада	5,2	1971
Ксиндо	Бразилия	5,0	1987
Тарбела	Пакистан	4,7	1977
Братская	Россия	4,5	1961
Усть-Илимская	Россия	4,3	1977
Кабора-Басса	Мозамбик	4,2	1975
Рогунская	Таджикистан	3,6	1985
Оак Крик	США	3,6	1985
Пауло-Афонсо-1	Бразилия	3,4	1955
Илья-Салтейра	Бразилия	3,2	1973
Нурекская	Таджикистан	3,0	1976

В настоящее время необходимо ускорить освоение новых видов энергии, которые называют *альтернативными*, противопоставляя традиционным (невозобновляемым) — углю, нефти, газу (см. рис. 2.4). Это прежде всего атомная энергетика и источники энергии, не приводящие к загрязнению окружающей среды: геотермальная и гелиотермальная энергия, энергия морских приливов, ветра.

**Атомная энергетика** — открытие XX в., за ней в перспективе большое будущее как экологически чистого производства, имеющего долговременные ресурсы. Катастрофы на АЭС не должны стать причиной свертывания атомной энергетике: не-

обходимо технологическое совершенствование управления АЭС и обеспечения безопасности населения.

До недавнего времени мировые запасы металлического урана оценивались в 1,5 млн т. Уран добывают в США, Канаде, России, республиках Средней Азии, Западной Европе, государствах Африки и Южной Америки, Юго-Восточной Азии и др. С освоением методов получения урана из морской воды оценка этого вида топливно-энергетического ресурса возросла до  $4 \cdot 10^9$  т, т.е. запасы его практически неисчерпаемы.

Источниками **геотермальной энергии** служат радиоактивные процессы, химические реакции и другие явления в земной коре, нагревающие воду более чем на  $100^\circ\text{C}$  на глубинах 2—3 тыс. м. Выведение вод по скважинам на поверхность, как и естественные выходы термальных вод и перегретого пара в районах вулканической деятельности, позволяют получать тепловую энергию с себестоимостью в 2—2,5 раза ниже, чем от котельных. Геотермальная электростанция в России построена на Камчатке; крупные источники термальных вод, пока еще слабо используемые, есть на Курильских островах, в Дагестане. Геотермальные ТЭС действуют в Японии, Италии, Мексике, США, Исландии, Новой Зеландии, где они обогревают жилые здания, теплицы, небольшие промышленные предприятия.

**Солнечные тепловые установки** наиболее эффективны в южных районах. Водонагреватели применяются для горячего водоснабжения, отопления теплиц, опреснения воды. Получение энергии на **гелиоэлектростанциях** пока отличается высокой себестоимостью, но не бесперспективно.

Потенциальные мощности **ветровых электростанций** измеряются в миллиардах киловатт и уже используются в Дании, Германии, США, Индии — в сельском хозяйстве для подачи воды, мелиорации земель, аэрации воды, питания аккумуляторов и в других целях. Этот вид энергетических установок имеет большое будущее.

К новым источникам энергии относится **энергия морских приливов и отливов**. Крупная приливная электростанция мощностью 240 МВт работает во Франции на берегу Ла-Манша. В России построена небольшая станция на побережье Баренцева моря в губе Кислой, есть проекты строительства приливных электростанций на берегах Белого и Охотского морей.

В целом, экономические и экологические удельные затраты на производство энергии из возобновляемых источников постепенно снижаются, хотя пока доля этих источников в мировом энергетическом балансе не достигает и 1%. **Экономия энергии** во всех сферах материального производства должна быть главной частью стратегии рационального природопользования.

**Воздействие энергетики на окружающую среду.** Производство и использование основных источников тепловой энергии сопровождаются неблагоприятными последствиями, влияющими на все компоненты биосферы и здоровье людей.

**Угольная промышленность** — самая старая отрасль топливно-энергетического хозяйства развитых стран. Первые центры угледобычи Европы (Рур, угольные бассейны Англии), США и Канады за долгие годы эксплуатации в прошлом превратились в районы экологического бедствия; потребовалась коренная перестройка хозяйственных структур, чтобы улучшить ситуацию.

Тепловые электростанции, в котлах которых происходит сжигание органического топлива, являются крупнейшими загрязнителями окружающей среды. В частности, в России они дают до 27 % общего количества всех промышленных выбросов в атмосферу и около 5 % загрязненных сточных вод. Основные составляющие выбросов — твердые частицы (31 %),  $\text{SO}_2$  (42 %), оксиды азота (24 %). Современная ТЭЦ мощностью 1 000 МВт выбрасывает в атмосферу за год 165 тыс. т газов и 500 тыс. т твердых частиц (пыль, сажа, зола). Тепловое загрязнение, т. е. выброс неиспользуемого тепла, составляет до 60 % производимой энергии.

В настоящее время предприятия тепловой электроэнергетики — второй после автотранспорта источник загрязнения воздушных бассейнов крупнейших городов мира.

Среди видов отрицательного воздействия тепловых электростанций на среду обитания человека необходимо отметить следующие:

- кислотные осадки, влияющие на функционирование природных экосистем — озер, рек, лесов, наносящие ущерб урожаю, памятникам материальной культуры;

- накопление в атмосфере парниковых газов, ведущее к изменению климата;

- выделение токсичных и радиоактивных элементов при сжигании некоторых сортов угля (табл. 4.13);

- потребление тепловыми станциями больших объемов водных ресурсов для охлаждения турбогенераторов (3 л воды на 1 кВт/ч выработанной электроэнергии);

- выброс в атмосферу значительных количеств тепла и влаги, сказывающихся на микроклимате населенных пунктов, тепловые выбросы в водоемы, ведущие к изменению биоты;

- изъятие земельных ресурсов для складирования топлива, золы и шлака.

Радиус воздействия ТЭС на окружающую территорию велик и зависит от качества топлива, типов энергетических установок, высоты труб, местной циркуляции атмосферы. При высоте трубы до 300 м радиус воздействия достигает 50 км (!). В настоящее вре-

**Содержание тяжелых металлов в углях некоторых месторождений, мг/кг условного топлива (М. П. Ратанова, 1999)**

Месторождение	Содержание металлов				
	Pb	As	Y	Cr	Zn
Донецкое	51—63	24—33	36—51	33—45	21—120
Экибастузское	16—32	12—24	32—96	16—80	48—200
Канско-Ачинское	2—5	3—9	2—6	3—9	5—11

мя на большинстве ТЭС значительная часть угля, ранее расходовавшаяся на производство тепловой и электроэнергии, заменена газом, что значительно сократило выброс вредных веществ в атмосферу.

**Гидроэлектростанции** имеют свой специфический набор геоэкологических проблем: затопление сельскохозяйственных и лесных земель, изменение водных и наземных экосистем, микроклимата окружающей территории, подтопление берегов, заболачивание, оползневые процессы, развитие синезеленых водорослей в водохранилищах и сокращение стада ценных промысловых рыб, возможное усиление частоты заболеваний людей, связанных с загрязненной водой.

**Ветровые электростанции** дают высокие шумовые эффекты и поэтому должны располагаться вдали от населенных пунктов.

Использование **солнечной энергии** при сооружении гелиостанций требует изъятия больших территорий.

**Атомные электростанции** несут высочайший риск катастроф с выделением в окружающую среду радиоактивных изотопов. Однако для многих стран, не имеющих собственных топливных ресурсов, АЭС являются единственным источником удовлетворения быстро растущих потребностей в электроэнергии. Немаловажное значение для развития ядерной энергетики имеет экологический фактор — необходимость сокращения нарастающих выбросов тепловой энергетики. В настоящее время на долю ядерной энергетики в мире приходится 17 % производимой энергии. В отдельных странах эта доля значительно выше: в Литве — 83 %, Франции — 74 %, Бельгии — 57 % (в России — 13 %).

Воздействие атомных электростанций на окружающую среду необходимо рассматривать в комплексе всего ядерного топливного цикла (ЯТЦ). Каждое звено ЯТЦ оказывает определенное воздействие на окружающую среду. Использование атомной энергетики в широких масштабах усиливает недопустимый риск для человека. В атомной энергетике остаются нерешенными пробле-

мы хранения и переработки радиоактивных отходов деятельности АЭС. Многие АЭС отработали срок эксплуатации, что делать с ними дальше, пока неясно, они подлежат консервации.

Чернобыльская авария 1986 г. привела к осознанию необходимости пересмотра стратегии развития атомной энергетики. Радиоактивное загрязнение вследствие взрыва лишь одного атомного реактора нанесло невосполнимый ущерб жизни и здоровью людей на большой территории в пределах Белоруссии, Украины и России (рис. 4.7). В России наиболее высокие уровни загрязнения почвы радиоактивным изотопом  $^{137}\text{Cs}$  наблюдались на западе Брянской области — на отдельных участках свыше  $3,7 \cdot 10^{12}$  Бк/км<sup>2</sup>.

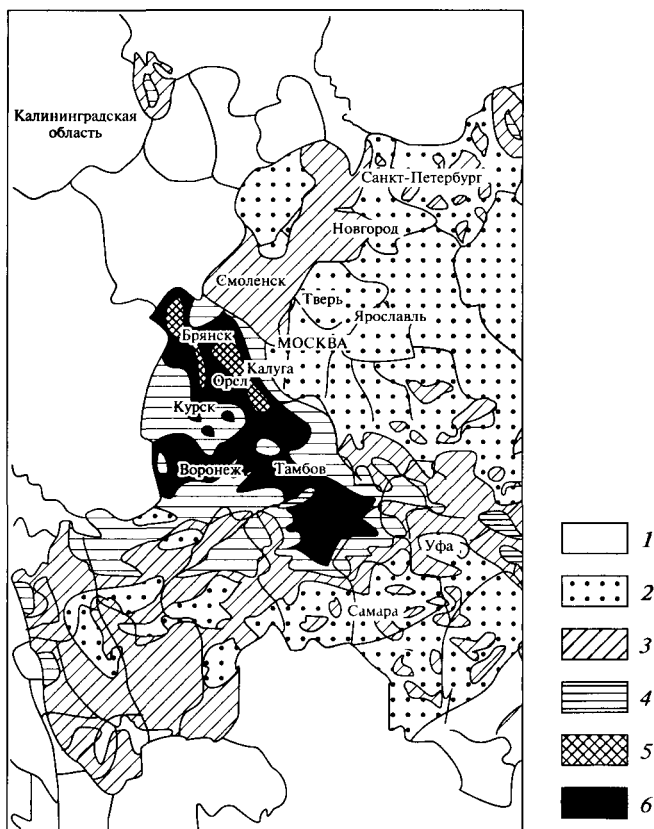


Рис. 4.7. Плотность загрязнения европейской территории России, пострадавшей от Чернобыльской аварии в 1986 г., Бк/км<sup>2</sup> (М. П. Ратанова, 1999):

1 — данных нет; 2 —  $0,037 \cdot 10^{10}$ — $0,37 \cdot 10^{10}$ ; 3 —  $0,37 \cdot 10^{10}$ — $0,74 \cdot 10^{10}$ ;  
4 —  $0,74 \cdot 10^{10}$ — $1,85 \cdot 10^{10}$ ; 5 —  $1,85 \cdot 10^{10}$ — $148 \cdot 10^{10}$ ; 6 — более  $148 \cdot 10^{10}$

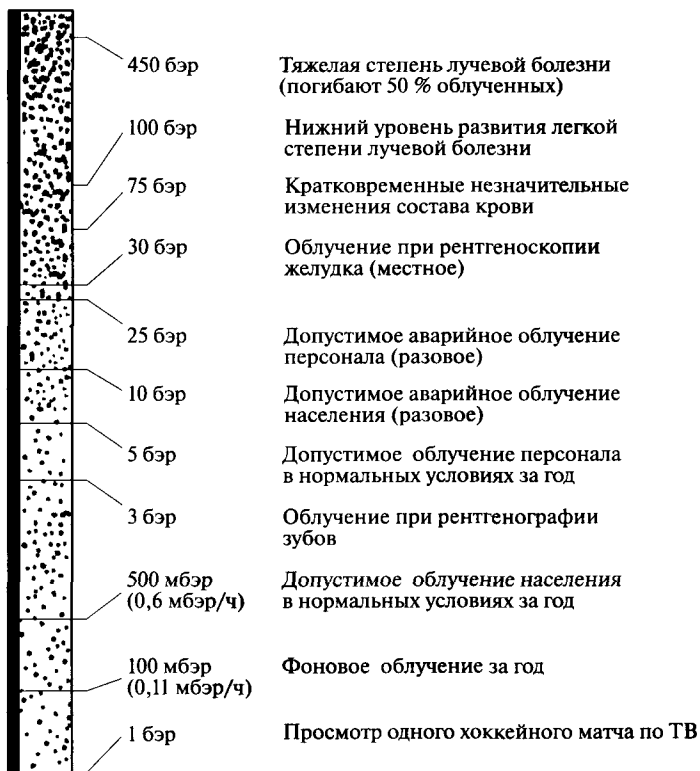


Рис. 4.8. Шкала степеней облучения человека (В. Ф. Протасов, 2001)

Следы радиоактивного загрязнения были обнаружены в Австрии, Германии, Италии, Швеции.

Любой житель планеты в течение всей своей жизни подвергается облучению от естественных источников излучения, а многие также и от различных искусственных. Конкретные дозы облучения людей зависят от района проживания (уровень радиации в некоторых местах земного шара, где залегают радиоактивные породы, может быть очень высок), рода деятельности, образа жизни, используемых строительных материалов и т. д. (рис. 4.8).

Особую опасность для человека и окружающей среды представляют радиоактивные отходы, накопленные в результате прошлой деятельности предприятий ядерного цикла, научных центров и медицинских учреждений. В контролируемых хранилищах («могильниках») на территории России находятся тысячи контейнеров с радиоактивными отходами. Есть повышенный риск для населения получить опасную дозу облучения, например, в таком месте,

как бывшая свалка, куда вывозились различные промышленные отходы. Предприятия по переработке радиоактивных отходов, как и сами АЭС, должны размещаться в геологически стабильных районах. Большую опасность представляют выведенные из эксплуатации атомные подводные лодки с невыгруженными активными зонами и аварийными реакторами.

#### 4.4. Проблемы оптимизации водного хозяйства

**Водные ресурсы и водопотребление.** Вода — самый ценный из всех ресурсов. Чтобы выжить, человеку требуется по крайней мере 1,4 л воды в день. Без гидросферы не было бы жизни на Земле.

*Гидросфера* — прерывистая водная оболочка Земли, совокупность океанов, морей, континентальных вод и ледяных покровов. Их общий объем достигает 1,5 млрд км<sup>3</sup>, они составляют водный потенциал планеты.

Моря и океаны занимают 71 % земной поверхности; в них сосредоточено около  $1,4 \cdot 10^9$  км<sup>3</sup> воды — 96,5 % общего объема гидросферы. Океанические и морские соленые воды в хозяйстве практически не используются. Однако огромный объем Мирового океана свидетельствует о неисчерпаемости водных ресурсов планеты (табл. 4.14).

Одно из основных свойств воды как компонента географической среды — ее незаменимость. Большинство видов природных ресурсов Земли в той или иной степени взаимозаменяемы. Роль водных ресурсов в развитии жизни на Земле, в глобальном геологическом и биогеохимическом круговоротах веществ — решающая. По словам В. И. Вернадского, нет природного вещества, которое могло бы сравниться с водой по влиянию на ход основных геологических процессов.

Гидросфера проникает во все другие геосферы Земли и имеет огромное значение для глобальных процессов обмена веществом и энергией. Вода обладает чрезвычайно высокой растворяющей способностью, благодаря которой принимает участие в большинстве природных процессов. Она играет важнейшую роль в глобальном цикле веществ, осуществляя эрозию (разрушение горных пород и почв) и денудацию (снос и перенос продуктов разрушения горных пород в пониженные участки земной поверхности).

*Водные ресурсы суши* — это пригодные для хозяйственного употребления пресные воды (с минерализацией менее 1 г/л), заключенные в реках, озерах, ледниках, подземных горизонтах. Их

## Мировые запасы воды

Гидросфера	По М. И. Львовичу, 1969, 1974		По Р. К. Клиге, 1998	
	тыс. км <sup>3</sup>	%	тыс. км <sup>3</sup>	%
Мировой океан	1 370 323	94,2034	1 476 000	94,2335
Подземные воды	60 000	4,1247	60 000	3,8307
Ледники	24 000	1,6498	30 000	1,9153
Озера, болота	230	0,0158	290	0,0185
Почвенная влага	75	0,0052	16	0,0010
Влага атмосферы	14	0,0010	14	0,0009
Речные воды	1,2	0,0001	2	0,0001
Всего	1 454 643,2	100	1 566 322	100

общий объем составляет, по разным источникам, около 40 млн км<sup>3</sup> (табл. 4.15). Это довольно значительная величина, если сравнивать ее с объемом используемой в хозяйстве воды. Во второй половине XX в. мировое водопотребление выросло с 1 060 до 4 130 км<sup>3</sup> в год, т. е. в четыре раза.

Основная часть вековых запасов пресных вод суши (более 75 %) сконцентрирована в ледниковых покровах Антарктиды и Гренландии, которые могут рассматриваться как потенциальные водные ресурсы суши. В активное водопотребление включена также относительно небольшая часть подземных вод.

Наиболее сильному антропогенному воздействию подвергаются внутренние поверхностные воды суши (реки, озера, болота, почвенные и грунтовые воды). Хотя их доля в общей массе гидросферы невелика, высокая активность их непрерывного возобновления в процессе круговорота многократно увеличивает эти запасы (рис. 4.9). Вода, как известно, является *возобновляемым ресурсом*, в противном случае запасы воды на Земле были бы растрачены очень быстро. Мировой океан — замыкающее звено круговорота воды в природе. Он выполняет роль коллектора речных вод суши, принимая свыше 37 тыс. км<sup>3</sup> воды в год. Большую часть испаряющейся влаги океан отдает в атмосферу.

Реки — важнейший компонент гидросферы, основной источник пресных вод, потребляемых человечеством. Суммарный объем воды в реках мира составляет всего лишь 0,0002 % всей воды гидросферы (по разным источникам от 0,001 до 0,03 % общих запасов пресных вод суши). Если распределить речную влагу, одновременно наполняющую все реки суши, по ее по-



## Запасы пресной воды на Земле (В. Н. Михайлов, 2005)

Местонахождение воды	Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Доля в мировых запасах, %	
		всей воды	пресной воды
Общие запасы пресной воды на земном шаре	36 730	2,65	100
Ледники и постоянный снежный покров	25 780	1,86	70,2
Озера:			
все	176	0,013	—
пресные	91	0,007	0,25
Водохранилища	6	0,0004	0,016
Реки	2	0,0002	0,005
Болота	11	0,0008	0,03
Подземные воды:			
все	23 400	1,68	—
пресные	10 530	0,76	28,7
Атмосферная влага	13	0,001	0,04
Организмы	1	0,0001	0,003

верхности, то получится слой толщиной приблизительно 13 мм. Но несмотря на то, что в руслах рек содержится всего 1 200 км<sup>3</sup> воды, высокая скорость ее возобновления (один раз в 11 — 14 дней) умножает эти ресурсы. К ним следует добавить ежегодный возобновляемый полезный объем водохранилищ мира, оцениваемый в 3 200 км<sup>3</sup>.

Необходимо обратить внимание на то, что вопрос о наличии и использовании пресной воды в регионах мало связан с ее общими мировыми запасами. Обеспеченность регионов пресной водой зависит в основном от ее распределения по земному шару (рис. 4.10) и местных норм потребления. Некоторым регионам земного шара проблема истощения водных ресурсов в настоящее время не угрожает (табл. 4.16). Однако многие страны уже испытывают острый «водный голод». Ресурсы пресной воды, более чем любой другой фактор, определяют предельную численность населения региона.

По расчетам, каждый житель Земли обеспечен в среднем 7,2 тыс. м<sup>3</sup> воды в год. Для зарубежной Азии эта цифра намного меньше — 3,1 тыс. м<sup>3</sup> и это при наличии крупных рек с огромным объемом стока, равным почти четверти объема мирового речного стока.

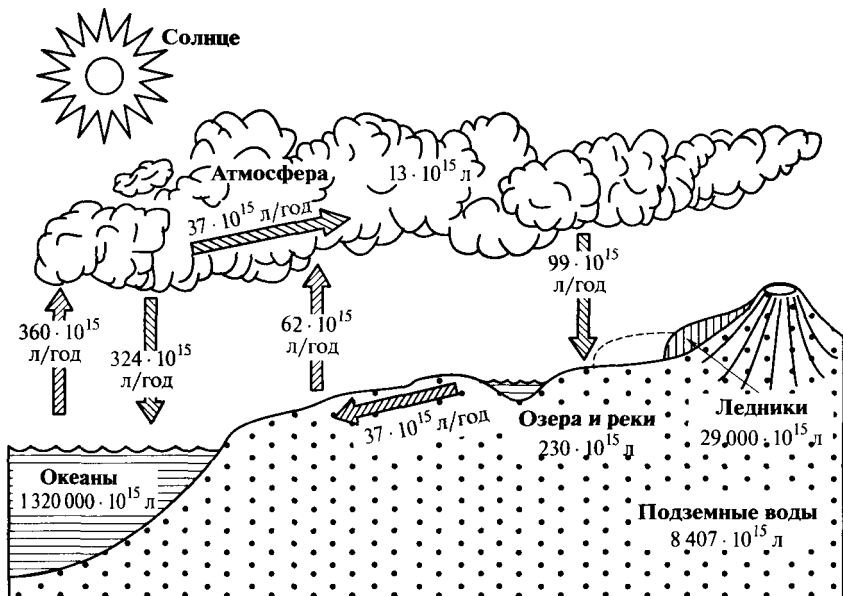


Рис. 4.9. Круговорот воды в природе (Б. Скиннер, 1989)

Наиболее обеспеченный водой континент — Южная Америка. Ее водные ресурсы составляют более 32 тыс.  $\text{м}^3/\text{чел.}$  Источник столь больших водных запасов — сток самой полноводной реки земного шара — Амазонки. Ее среднегодовой расход воды составляет 220 тыс.  $\text{м}^3/\text{с.}$  Для сравнения: среднегодовой расход воды Енисея — наиболее мощной по стоку реки России — равен 19,8 тыс.  $\text{м}^3/\text{с.}$

Напряженной выглядит ситуация с обеспеченностью водой жителей Европы — 4,1 тыс.  $\text{м}^3/\text{чел.}$  в год. Африка обеспечена водой очень неравномерно: в приэкваториальных районах (Габон) объем водных ресурсов составляет 328 тыс.  $\text{м}^3/\text{чел.}$  в год, снижаясь практически до нуля в странах Персидского залива. В 1990 г. 85 стран с 70 % населения планеты стояли перед проблемами дефицита водных ресурсов. Это, в основном, развивающиеся страны мира, где недостаток пресной воды является одним из главных препятствий на пути их социального и экономического развития (рис. 4.11).

По объему речного стока Россия стоит на втором месте в мире после Бразилии. Реки составляют основу водного фонда страны. Большинство крупных городов России (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Пермь, Екатеринбург и др.) используют для питьевых и технических нужд поверхностные, в основном речные воды.

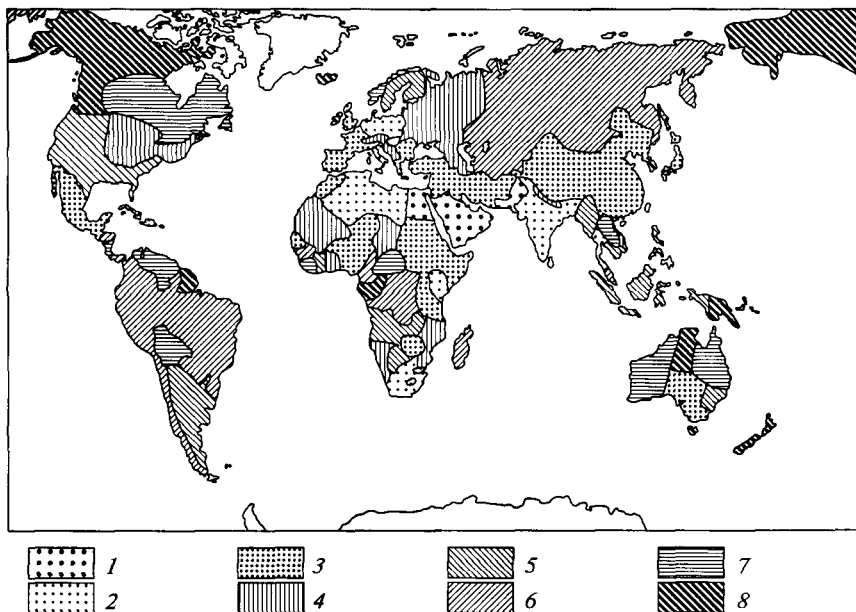


Рис. 4.10. Обеспеченность регионов мира ресурсами полного речного стока, тыс. м<sup>3</sup>/год·чел. (М. И. Львович, 1986)

1 — менее 1,0; 2 — 1,0—2,5; 3 — 2,5—5,0; 4 — 5,0—10; 5 — 10—25; 6 — 25—50; 7 — 50—100; 8 — более 100

Доступные в настоящее время водные ресурсы суши состоят из поверхностного и подземного стока. Подземные воды меньше подвержены сезонным и суточным колебаниям объема и загрязнению. Но в районах интенсивного потребления подземных вод образуются депрессионные воронки с понижением уровня поверхности суши на многие десятки метров. При этом происходит снижение уровня грунтовых вод, осушение близлежащих территорий, верховых болот, гибель лесной растительности.

Подземные воды так называемой зоны активного водообмена — пресные и используются для питьевых и других хозяйственных целей. Минеральные лечебные подземные воды применяются в лечебно-оздоровительных целях, а теплые (с температурой от 35° до 200 °С) подземные воды — для теплоснабжения и получения электрической энергии. *Эффективное и рациональное водное хозяйство* — это умение уравновесить имеющиеся водные ресурсы территории и водопотребление, не допуская ухудшения качества воды и состояния окружающей среды. Вследствие загрязнения и постоянно растущего водопотребления происходит истощение ресурсов пресных вод земного шара.

**Полный сток рек мира и водообеспеченность человечества**  
(С. П. Горшков, 1998)

Регион	Площадь, млн км <sup>2</sup>	Сток, тыс. км <sup>3</sup> /год	Объем воды на человека, м <sup>3</sup> /год	Слой стока, мм/год
Зарубежная Азия	29,30	11,0	3 150	375
Южная Америка	17,83	10,4	32 298	583
Северная Америка	22,39	7,0	15 184	312
Зарубежная Европа	5,91	2,4	4 138	406
Африка	30,31	4,2	5 683	138
Россия	17,08	4,2	28 378	246
Океания	0,82	2,1	196 261	2 560
Австралия	7,74	0,3	16 666	39
Мир в целом	131,38	41,6	7 213	317

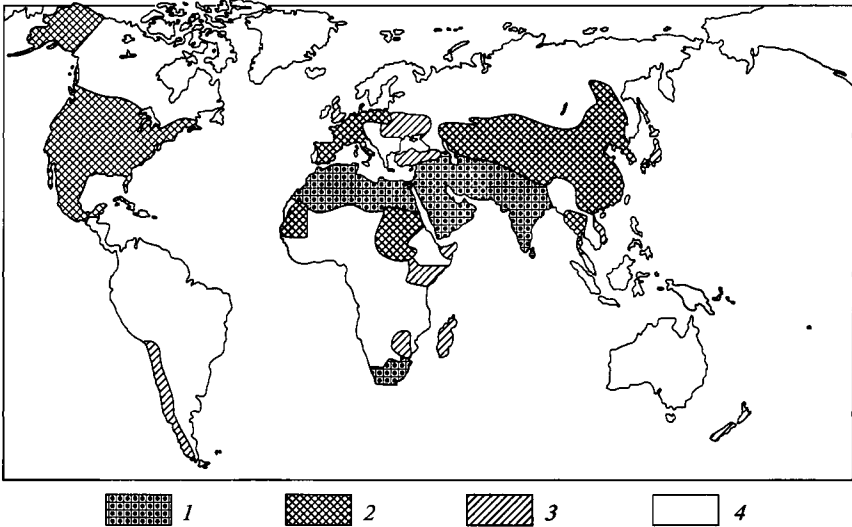


Рис. 4.11. Доля водопотребления по отношению к имеющимся водным ресурсам (прогноз на 2025 г.), % (Г. Н. Голубев, 1999):

1 — более 40; 2 — 20—40; 3 — 10—20; 4 — менее 10

Поскольку численность населения земного шара продолжает расти, проблема дефицита водных ресурсов будет и далее все более обостряться как на региональном, так и на глобальном уровнях. Существующие технологии ведения водного хозяйства с большим объемом использования воды на хозяйственные нужды и возрастающие масштабы загрязнения природных вод еще более осложняют ситуацию.

Для соблюдения водохозяйственного баланса можно увеличить подачу воды (сооружение плотин и создание водохранилищ, переброска вод из соседнего бассейна и пр.) или стараться более экономно использовать имеющиеся водные ресурсы, снижая спрос на воду. Водные ресурсы используются неэффективно практически во всех отраслях хозяйства.

Существуют некоторые различия между понятиями «водопользование» и «водопотребление». Потребители воды (многие отрасли промышленности, сельское хозяйство и др.) расходуют воду, часто безвозвратно. Водопользователи (водный транспорт, гидроэнергетика) ее практически не потребляют. Поэтому с точки зрения экологии главная опасность исходит от водопотребителей, хотя и водопользователи вносят свою лепту в загрязнение гидросферы (например, морской транспорт).

**Сельское хозяйство**, где затрачивается более 2 500 км<sup>3</sup> в год, в настоящее время является главным потребителем воды на Земле. Для нужд орошения используется 65 % потребляемых ресурсов пресных вод, причем 3/4 — безвозвратно. Значительный объем воды тратится на непродуктивное испарение, некоторая часть просачивается в глубину, пополняя запасы подземных вод, или возвращается в водоисточник в виде возвратных вод, сильно загрязненных пестицидами и удобрениями (табл. 4.17). Наибольшей орошаемой площадью располагает Азия. Причем три страны — Китай, Индия и Пакистан — расходуют на орошение более 1 000 км<sup>3</sup> воды в год, т. е. почти половину всех мировых затрат воды на нужды земледелия.

**Промышленно-энергетическое водопотребление** имеет наименьшие показатели безвозвратно используемой воды (табл. 4.18).

В настоящее время на нужды промышленности и энергетики расходуется, по разным данным, 760 — 1 100 км<sup>3</sup> воды в год. В промышленности вода применяется как растворитель, входит в состав готовой продукции, используется для мойки и охлаждения деталей и др. Особенно велики затраты воды в цветной металлургии.

Тепловые электростанции — крупные потребители водных ресурсов. На испарение при охлаждении турбогенератора расходуется около 3 л воды на каждый 1 кВт·ч выработанной электроэнергии. Большое водопотребление и водоотведение приводят к тепловому загрязнению окружающей среды.

**Расходование воды в орошаемом земледелии**  
(Н. Ф. Винокурова, 1998)

Регион	Состояние на 1998 г.				Прогноз на начало XXI в.			
	Орошаемые земли, млн га	Водозабор, км <sup>3</sup> /год	Безвозвратный расход, км <sup>3</sup> /год	Возвратные воды, км <sup>3</sup> /год	Орошаемые земли, млн га	Водозабор, км <sup>3</sup> /год	Безвозвратный расход, км <sup>3</sup> /год	Возвратные воды, км <sup>3</sup> /год
Европа	17	110	95	15	19	130	105	25
Азия	140	1 300	980	320	165	1 500	1 130	360
Африка	11	120	85	35	15	165	110	50
Северная Америка	29	330	215	115	35	390	260	140
Южная Америка	9	70	55	15	11	95	70	25
Австралия и Океания	2	20	10	3	3	20	15	5
СНГ	20	260	180	80	24	300	210	95
Мир в целом	228	2 210	1 620	583	272	2 600	1 900	700

Наибольший объем воды, затрачиваемой в промышленности, характерен для США — 260 км<sup>3</sup> в год, что составляет треть суммарного промышленного водозабора в мире. Главная геоэкологическая проблема водного хозяйства, связанная с промышленным водопотреблением, — большой выход загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водоемы.

*Сточные воды* — воды, бывшие в бытовом, производственном или сельскохозяйственном употреблении или прошедшие через какую-либо загрязненную территорию. В настоящее время они являются основной причиной качественного истощения водных ресурсов мира.

На земном шаре сооружено более 60 тыс. водохранилищ, суммарный объем которых превышает 6 тыс. км<sup>3</sup>. С их поверхности ежегодно испаряется до 240 км<sup>3</sup> воды, в некоторых регионах Земли это испарение превышает объем промышленного водопотребления.

*Коммунально-бытовое водопотребление* связано с использованием воды населением и превышает в мире 250 км<sup>3</sup>/год. Строительство и эксплуатация сложных систем водоснабжения обходятся довольно дорого.

**Использование воды в промышленности и энергетике, км<sup>3</sup>/год**  
(Н. Ф. Винокурова, 1998)

Регион	Состояние на 1998 г.			Прогноз на начало XXI в.		
	Водозабор	Безвозвратный расход	Сточные воды	Водозабор	Безвозвратный расход	Сточные воды
Европа	193,0	19,0	174,0	200,0—210,0	30,0—37,0	160,0—175,0
Азия	118,0	30,0	88,0	320,0—340,0	65,0—70,0	215,0—270,0
Африка	6,5	2,0	4,5	30,0—35,0	5,0—10,0	25,0
Северная Америка	294,0	29,0	265,0	360,0—370,0	50,0—60,0	310,0
Южная Америка	30,0	6,0	24,0	100,0—110,0	20,0—25,0	60,0—87,0
Австралия	1,5	0,1	1,4	3,0—4,0	1,0	2,0—3,0
СНГ	117,0	11,9	105,0	140,0—150,0	20,0—27,0	120,0—130,0

Доступ к чистой качественной пресной воде имеют лишь 4 % населения земного шара, расходующего 300—400 л/сут на человека. Для большей части населения планеты, сосредоточенного в Африке и Азии, удельное водопотребление в 10 раз меньше. На фоне этих показателей обеспеченность чистой пресной водой Москвы и Санкт-Петербурга — до 600—700 л/сут на человека — кажется фантастической, даже в сравнении с другими крупными городами мира. Величина потерь воды в городских сетях приближается к 50 %.

В России суммарный забор воды из водоисточников не превышает 3 % среднего многолетнего стока рек. Из забираемой воды для нужд промышленности в среднем по стране используется 53 %, для орошения — 16 %, хозяйственно-питьевых нужд — 15 %, сельского водоснабжения — 4 %. Однако на юге европейской части России и на Урале в отдельных бассейнах (реки Кубань, Дон, Терек, Урал, Миасс и др.) водозабор превысил все допустимые нормы и составляет 50 % среднего многолетнего стока рек и более.

Существенным фактором деградации природных вод России послужило гигантское гидротехническое строительство, начатое в 1950-е гг. За несколько десятилетий было построено 90 % всех

крупных водохранилищ в России, в том числе такие огромные по площади водного зеркала и объему, как Братское (объем 179 км<sup>3</sup>), Усть-Илимское (60 км<sup>3</sup>), Куйбышевское (58 км<sup>3</sup>), Волгоградское (32 км<sup>3</sup>) и др. Были созданы крупные системы переброски воды для целей водоснабжения и транспорта (канал Волго-Дон, Донской магистральный канал, Большой Ставропольский канал, Терско-Кумский канал, Волго-Балтийская водная система, Вазузская гидротехническая система).

Общая площадь водного зеркала российских водохранилищ — 15 млн га, т.е. чуть меньше 1 % территории России, и из этой величины 60 — 70 % составляют затопленные земли. Строительство столь огромных водохранилищ, имеющих большое экономическое значение, несло в себе и ряд негативных последствий. Прежде всего, водохранилища резко меняют режим рек, что сказывается на характере течения, качестве воды, состоянии берегов. Повышение уровня воды в реках влечет за собой подъем уровня грунтовых вод на прибрежных территориях, заболачивание местности. Создание водохранилищ приводит к потере ценных сельскохозяйственных земель, лесов, месторождений полезных ископаемых. При создании водохранилищ не всегда учитывается фильтрация в их борта, рост испарения при увеличении водной поверхности. Сами водохранилища становятся аккумуляторами не только естественных наносов, но и загрязняющих веществ, поступающих в реку выше плотины.

Сооружение каскада крупных волжских водохранилищ обеспечило условия для развития водоемких и экологически вредных производств, сточные воды которых являются одним из факторов ухудшения санитарной обстановки в Поволжье. На долю Волжского бассейна приходится более трети общего сброса сточных вод в России. Несмотря на высокую обеспеченность региона очистными сооружениями, эффективность их работы крайне низка, в результате чего в водные объекты поступает большое количество загрязняющих веществ. Значительная часть загрязнений попадает в Волгу и ее притоки, в том числе, в самые крупные — Оку и Каму. В водохранилищах начался быстрый процесс *эвтрофикации* — повышения биологической продуктивности вследствие накопления в воде биогенных элементов и зарастания, что ухудшает качество воды в реке ниже плотины и в водоотводных каналах. Затопленные при строительстве водохранилищ почвы и растительный покров разлагаются в воде, создавая дополнительное загрязнение. На Волге после появления каскада водохранилищ уловы осетровых сократились во много раз, несмотря на все осуществляемые рыбохозяйственные мероприятия.

Крупные гидроэнергетические сооружения несут в себе опасность катастроф. Ежегодно в мире происходит более трех тысяч



аварий на плотинах, когда при их разрушении затапливаются огромные территории, что приносит значительный материальный и экологический ущерб. Особенно велика потенциальная опасность для рек, на которых сооружены каскады ГЭС.

Со строительством крупных ГЭС и заполнением водой больших объемов водохранилищ связана проблема усиления сейсмической активности территорий (табл. 4.19). Например, сильное 8-балльное землетрясение у г. Камень-на-Оби в 1963 г. было связано с заполнением Обского моря объемом 8,8 км<sup>3</sup> воды. Аналогичные явления наблюдались в Индии, Китае, Замбии, Греции и др. Этот техногенно-природный процесс получил название «*наведенная сейсмичность*».

**Качество вод.** Реки в их естественном состоянии играют роль дренажных систем, собирающих сток с водосборного бассейна. Хозяйственная деятельность человека постепенно превращает реки в сточные каналы с очень высоким уровнем загрязнения (иногда до 100 ПДК), что уже в настоящее время приводит к качественному истощению водных ресурсов.

Главные источники загрязнения природных вод — производственные предприятия химической, нефтяной, целлюлозно-

Таблица 4.19

**Примеры сильных наведенных землетрясений при заполнении водохранилищ (Катастрофы и общество, 2000)**

Плотина (страна)	Высота дамб, м	Объем водохранилищ, км <sup>3</sup>	Год наполнения	Год землетрясения	Магнитуда (по Рихтеру)
Гувера (США)	221	38,3	1936	1939	5,0
Синьфэнцзян (Китай)	105	11,5	1959	1961	6,1
Монтейнар (Франция)	130	0,3	1962	1963	4,9
Кариба (Замбия)	128	160,0	1958	1963	5,8
Контра (Швейцария)	230	0,1	1964	1965	5,0
Койна (Индия)	163	2,8	1962	1967	6,5
Бенмор (Новая Зеландия)	110	2,1	1965	1966	5,0
Кремаста (Греция)	160	4,8	1965	1966	6,2
Нурекская (Таджикистан)	300	10,5	1972	1972	4,5

бумажной промышленности, электроэнергетики и машиностроения, черной и цветной металлургии, сельское и коммунальное хозяйство (см. рис. 4.5). Величина сброса сточных вод в водоемы России в 1997 г. составила 59,3 км<sup>3</sup> (около 3 % глобального объема сточных вод). Из этого количества в реки ежегодно сбрасывается до 30 км<sup>3</sup> разбавленного вод, требующих как минимум 10—12-кратного разбавления. Для того чтобы гарантировать качество воды с содержанием загрязняющих веществ не выше ПДК, для промышленных предприятий установлены величины предельно допустимого сброса поллютантов (ПДС). В России ПДК по разным показателям превышены во всех крупных водоемах. Основные реки России — Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей, Лена — по качеству вод оцениваются как «загрязненные» и местами «сильно загрязненные».

За год в природные водоемы страны вместе со сточными водами поступает 21 млн т загрязняющих веществ, среди которых нефтепродукты, взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, фенолы, соединения фосфора, жиры, масла и другие органические вещества, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), особо токсичные тяжелые металлы. Ниже приведены данные о количестве различных загрязняющих продуктов (тыс. т), сбрасываемых в водоемы России со сточными водами (В. Ф. Протасов, 2001):

Нефтепродукты.....	30,3
Взвешенные вещества.....	1 203
Фенолы.....	0,3
Анион-активные детергенты (СПАВ).....	11
Аммонийный азот.....	190,7
Соединения меди.....	0,8
Соединения цинка.....	2,1
Соединения железа.....	49,2

Особенно неблагоприятно состояние рек в зонах многонаселенных мегаполисов и крупных промышленных центров, где загрязнение обусловлено прямым сбросом сточных и ливневых вод с поверхностей прилегающих территорий через коллекторы, необорудованные очистными сооружениями, канализационные люки и др. Современный уровень очистки сточных вод таков, что даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержание нитратов и фосфатов достаточно для интенсивной эвтрофикации водоемов. Тяжелые металлы могут находиться в небольших, но весьма опасных концентрациях в обработанных, но полностью не очищенных сточных водах или в более концентрированном виде — в подземных водах на территориях свалок.

Один из источников поступления поллютантов в водную среду — сухие и мокрые выпадения из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов. Вместе с аэрозолями (главным образом сернистые и азотистые соединения) и пылью в поверхностные и подземные воды попадают также тяжелые металлы, опасные органические соединения, радиоактивные вещества.

В настоящее время со всей очевидностью можно говорить, что основное загрязнение всей гидросферы, в частности более 70 % загрязнения Мирового океана, связано с наземными источниками. Промышленность, строительство, коммунально-бытовое и сельское хозяйство поставляют загрязняющие вещества, создающие угрозу для жизнедеятельности биоты океана. Нефть, металлы, хлорорганические соединения, мусор, пластмассы, радиоактивные отходы медленно разлагаются, накапливаются в организмах.

Таблица 4.20

**Источники загрязнения гидросферы нефтью**  
(У. Стонер и Б. Сигер)

Источники загрязнения	Общее количество, млн т/год	Доля, %
Морские перевозки:		
в целом	2,13	34,86
безаварийные	1,83	29,95
катастрофы	0,30	4,91
Вынос реками	1,90	31,10
Попадание из атмосферы	0,60	9,82
Промышленные отходы	0,30	4,91
Природные источники	0,60	9,82
Городские отходы	0,30	4,91
Отходы прибрежных нефтеочистительных заводов	0,20	3,27
Добыча нефти в открытом море:		
в целом	0,08	1,31
безаварийная	0,02	0,33
аварии	0,06	0,98
Итого:	6,11	100

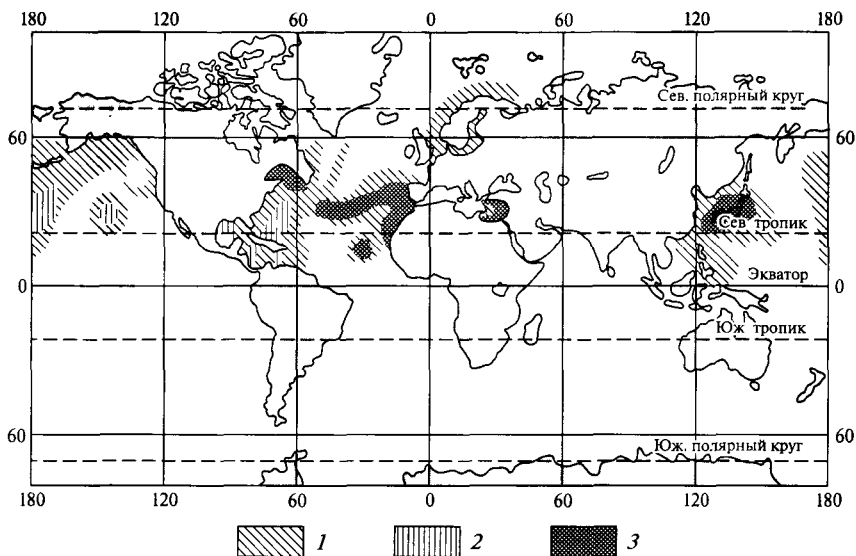


Рис. 4.12. Концентрация нефтяных загрязнений на поверхности Мирового океана в наиболее загрязненных участках, мг/м<sup>2</sup> (В. В. Братков, 2006):  
 1 — менее 1,0; 2 — 1,0—10,0; 3 — 10,0—100,0

Нефть — самый стойкий загрязнитель океанических вод. Ежегодно в моря и океаны поступает от 6 до 10 млн т нефти (табл. 4.20, рис. 4.12). Известно, что 1 т нефти, растекаясь, образует на водной поверхности пятно площадью 12 км<sup>2</sup>. В нефтяных пленках аккумулируются ионы тяжелых металлов, пестициды и другие токсиканты, опасные для живых организмов. Открытие нефтяных месторождений в шельфовой части морей и океанов, например, в Северном море, Мексиканском заливе, на шельфе морей Северного Ледовитого океана привело к большой экологической угрозе в связи с необходимостью транспортировки нефти и ее многократной перекачки.

Одним из основных источников загрязнения поверхностных и подземных вод служит сельское хозяйство — как земледелие, так и интенсивное животноводство. Во время половодий, весеннего таяния снега и после сильных дождей с поверхностей сельскохозяйственных угодий водой смываются многие тонны ядохимикатов и минеральных удобрений. Например, в России на полях ежегодно используется несколько миллионов тонн удобрений и до 100 тыс. т ядохимикатов. Особенно опасны сбросы сточных вод животноводческих комплексов и птицефабрик, где уборка навоза и отходов производится гидросмывом без очистки

сточных вод. Переполненные навозохранилища периодически сбрасывают огромное количество органики, приводя к эвтрофикации природных водоемов. Это явление связано с избыточным поступлением биогенных веществ (главным образом соединений фосфора и азота) в озера, водохранилища, устья рек, приводящим к массовому росту водных растений, бурному «цветению» водорослей. Эвтрофикация вызывает ряд неблагоприятных геоэкологических последствий: ухудшение качества воды, снижение рекреационной ценности водоема, гибель рыб, блокирование каналов и водосборов. Главные источники поступления азота и фосфора — сельское хозяйство и коммунально-бытовые стоки.

Важнейший источник нитратов в природных водах — сельскохозяйственные удобрения. Обладая высокой растворимостью, нитраты попадают в водные объекты, прежде всего в подземные воды. В условиях интенсификации сельского хозяйства нитратное загрязнение природных вод во многих регионах земного шара возрастает. Вода в скважинах и колодцах некоторых сельскохозяйственных районов Западной Европы по этой причине непригодна для употребления. Наличие в воде нитратов может быть связано также с отсутствием канализации в сельской местности. Избыточная концентрация нитратов в питьевой воде опасна для здоровья людей. Особую опасность представляет загрязнение питьевой воды микроорганизмами, которые могут вызвать вспышки разнообразных эпидемических заболеваний среди населения и животных. Ниже приведены данные о влиянии качества воды на здоровье людей (Н. Ф. Винокурова, 1998):

Вода с повышенным содержанием хлоридов и сульфидов	Отрицательно влияет на функции системы пищеварения. Минерализация до 3 г/л отрицательно влияет на течение беременности и родов, на плод и новорожденного, увеличивает число случаев гинекологических заболеваний
Повышенное содержание кальция	Способствует камнеобразованию в почках и мочевом пузыре
Маломинерализованные воды (с содержанием солей 50 мг/л)	Ухудшают водно-солевой обмен, функции желудка. Плохо утоляют жажду
Дефицит некоторых микроэлементов (фтора, йода)	Дефицит фтора оказывает отрицательное влияние на состояние зубов. Дефицит йода вызывает такое заболевание, как эндемический зоб

## **Жесткость воды**

Единого мнения о влиянии жесткости воды на здоровье нет. Большинство ученых считают, что, чем мягче питьевая вода, тем больше вероятность сердечно-сосудистых заболеваний

Присутствие металлов в концентрациях, превышающих ПДК

Токсический эффект развивается постепенно, по мере накопления металлов в организме. Свинец вызывает заболевания нервной и кровеносной систем; кадмий, хром — заболевания почек; ртуть — центральной нервной системы, выделительной и кровеносной систем; цинк — двигательного аппарата (мышц), желудка; мышьяк — почек, печени, легких, сердечно-сосудистой системы

Повышение концентрации нитратов

Вызывает заболевание крови, особенно у детей (детский цианоз), связанное с появлением в крови формы гемоглобина (метгемоглобина), не способной к переносу кислорода

В связи с непрерывно возрастающим загрязнением поверхностных вод подземные воды становятся важнейшим источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Поэтому их охрана от загрязнения и истощения, рациональное использование имеют стратегическое значение. Положение усугубляется тем, что пригодные для питья подземные воды залегают в самой верхней, наиболее подверженной загрязнению части артезианских бассейнов и других гидрогеологических структур.

Подземные воды, как и другие компоненты окружающей среды, испытывают загрязняющее воздействие хозяйственной деятельности человека. Они страдают от загрязнений, создаваемых нефтяными промыслами, предприятиями горнодобывающей промышленности, полями фильтрации сточных вод, свалками и отвалами металлургических заводов, хранилищами химических отходов и удобрений, животноводческими комплексами, населенными пунктами, не оборудованными канализацией и пр. Загрязняющие вещества в основном те же, что и для поверхностных вод: нефтепродукты, фенолы, тяжелые металлы (медь, цинк, свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, соединения азота (с интенсивностью загрязнения в пределах 1 — 100 ПДК).

В России для хозяйственно-питьевого, производственно-технического водоснабжения и орошения земель разведано около четырех тысяч месторождений подземных вод, эксплуатационные

запасы которых составляют 26,7 км<sup>3</sup>/год. Степень освоения их запасов в среднем по стране не превышает 33 %. Наиболее крупные участки загрязненных подземных вод выявлены в Московской, Тульской, Пермской областях, в Татарстане, Башкортостане, а также близ Волгограда, Магнитогорска, Кемерово.

Население России в целом не обеспечено водой надлежащего качества вследствие неудовлетворительного состояния как водоемов (поверхностных и подземных), так и систем централизованного водоснабжения. Около 1/3 населения используют для питья воду из децентрализованных источников. Анализ воды таких источников показал, что около 50 % из них не отвечают гигиеническим требованиям по санитарно-химическим и бактериологическим показателям. Особенно тяжелое положение сложилось в Архангельской, Калининградской, Калужской, Курской, Томской и Ярославской областях, Приморском крае, Дагестане, Калмыкии. В ряде регионов (низовья Волги, Южный Урал, Кузбасс) загрязнение воды достигло уровня, опасного для здоровья.

Поверхностные воды ниже городов и промышленных центров России характеризуются 3-м и 4-м классами качества («загрязненные», «грязные»). Наиболее распространенными загрязняющими веществами в водных объектах России остаются соединения меди, марганца, железа, легкоокисляемые органические вещества, нефтепродукты, соединения цинка и др.

Чистая пресная вода в настоящее время становится одним из основных лимитирующих факторов для существования человека как биологического вида. Обеспечение всех жителей Земли доброкачественной питьевой водой — важнейшая глобальная проблема современности. Не менее важны рациональное использование водных ресурсов, экономия воды во всех видах водопотребления.

Сокращение масштабов загрязнения воды — путь к решению проблемы количественного и качественного истощения водных ресурсов мира.

Экономика использования водных ресурсов требует пересмотра. Пока вода во всем мире имеет низкую цену, во многих регионах она вообще бесплатна. Это ведет к неэффективному использованию водных ресурсов и, как следствие, к серьезным экологическим проблемам.

**Рациональное использование и охрана водных ресурсов.** Здоровье человека непосредственно зависит от наличия чистой воды. Пресная вода является ограниченным и уязвимым ресурсом. Согласно некоторым оценкам, 1 млрд человек на Земле не имеет доступа к чистой воде. Каждый третий житель в развивающихся странах страдает от недостатка питьевой воды. Потреблением за-

грязненной воды вызваны 80 % всех болезней и 1/3 всех смертных случаев. В мире есть районы, куда вода доставляется автомобилями и даже самолетами.

Проблема обеспечения населения качественной питьевой водой определена как одна из ключевых в Стратегии устойчивого развития человечества, принятой на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. Важнейшая мера по охране водных ресурсов — их бережное расходование.

**Рациональное водопотребление в промышленности** предполагает многократное использование вод, перевод производств на безотходные технологии, на возвратное, оборотное водоснабжение, т. е. повторное поступление использованной воды в технологические циклы после очистки. Важно внедрять новые технологические процессы с минимальным использованием воды вместо наиболее распространенных «мокрых» технологий; совершенствовать системы надлежащей очистки отработанных вод до стандартов питьевой воды; полностью исключать сброс отработанных вод в водные источники.

Новые технологии очистки воды позволяют удалять различные примеси из сточных вод на 95—96 %. К современным методам очистки относятся физико-химические и биотехнологические методы. Физико-химические включают радиационные, ионообменные и окислительно-восстановительные методы.

При радиационной очистке для обезвреживания токсичных веществ применяют ионизирующее излучение. Ионообменная очистка одновременно позволяет улавливать для повторного использования ценные химические соединения, находящиеся в воде в виде примесей. Окислительно-восстановительные методы очистки (с помощью хлора, озона, активированного угля и т. д.) позволяют перевести опасные токсиканты в менее токсичные с последующим удалением их из сточных вод.

Более традиционны и наиболее часто применяются механические, химические и биологические методы очистки сточных вод. Механическими методами (фильтры, решетки, отстойники) удаляют грубые дисперсные примеси.

Химическая очистка осуществляется путем добавления в сточные воды реагентов (например, сульфата алюминия), переводящих примеси из растворов в осадок.

Биологическая очистка осуществляется на специально оборудованных полях фильтрации (через почвогрунты) или в искусственных сооружениях — биофильтрах и аэротенках. Последние позволяют устранять более 90 % загрязнений органическими веществами.

Патогенные микроорганизмы в бытовых сточных водах уничтожают хлорной известью или жидким хлором, а также с по-



мощью озонирования воды, обработки ее ультрафиолетовыми лучами.

**Рациональное водопотребление в сельском хозяйстве** предполагает наиболее эффективное использование воды для орошения. Около 25 % воды при орошении полей теряется вследствие фильтрации и испарения. Надежная гидроизоляция дна и стенок каналов позволяет снижать непроизводительную трату воды и препятствует засолению почв в аридных районах. В дождевальных установках расходуется воды в 5 — 6 раз меньше, чем при обычном поливе.

Капельное орошение — подведение воды непосредственно к корневой системе плодовых растений — позволяет экономно расходовать воду.

**Экономия воды в быту** имеет большое значение. По оценкам американских специалистов, в США утечки из водопроводов составляют до 120 л/сутки на человека. Во многих странах Африки среднесуточное потребление воды жителями намного меньше величины хозяйственных потерь.

Для охраны и рационального использования подземных вод, являющихся наиболее ценным, а в некоторых районах и единственным источником питьевого водоснабжения, необходимо осуществлять следующие мероприятия:

- тщательный выбор места для расположения строящегося объекта;
- создание зон санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственного назначения;
- изоляция источников и очагов загрязнения, перехват загрязненных вод;
- соблюдение правил при разведке подземных вод, строительстве и эксплуатации водозаборов;
- организация и ведение мониторинга подземных вод.

Как уже отмечалось, в глобальном масштабе запасов ресурсов пресных вод пока вполне достаточно для удовлетворения всех потребностей мирового хозяйства и населения.

В отдельных регионах дефицит пресных вод ощущается очень остро и заставляет искать способы увеличения запасов этого природного сырья. К ним относятся: откачка глубинных подземных вод (с глубин 500 — 1 500 м), опреснение морских соленых вод (уже широко применяемое, но дорогостоящее мероприятие), межбассейновые переброски стока рек (с обязательным предварительным расчетом экологических последствий), регулирование поверхностного стока рек (с помощью водохранилищ).

Существуют проекты использования пресных вод, «законсервированных» в арктическом и антарктическом ледниковом покрове, путем транспортировки айсбергов (рис. 4.13). Особенно такие про-

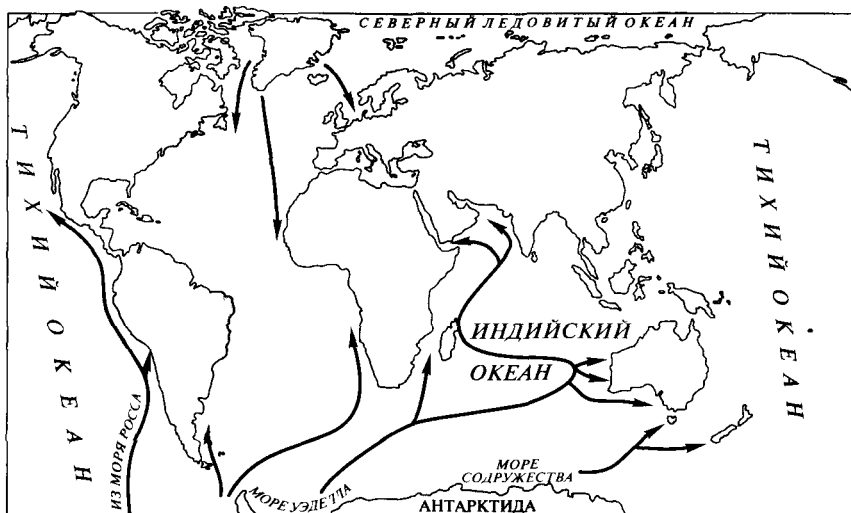


Рис. 4.13. Возможные пути транспортировки айсбергов  
(В. П. Максаковский, 1994)

екты актуальны для засушливых районов Южной Америки, Африки, Австралии и даже Аравии.

Современная стратегия охраны вод, ориентированная на нейтрализацию сточных вод очистными сооружениями, рано или поздно может зайти в тупик. Растущие масштабы загрязнения гидросферы требуют новых дорогостоящих технологий, а главное — чистой воды, чтобы обеспечивать разбавление стоков как минимум в 10—12 раз. Главной мерой в охране водных ресурсов должна стать борьба с причинами загрязнений, т. е. перевод всех видов водопотребления на более рациональные методы ведения хозяйства, сокращение сбросов загрязняющих веществ, экономия воды.

В настоящее время в России отношения в сфере использования и охраны водных объектов регулируются Водным кодексом РФ от 03 июня 2006 г. № 74-ФЗ.

Государственный контроль и надзор за использованием и охраной водных объектов осуществляет Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Министерства природных ресурсов и экологии РФ и органами исполнительной власти субъектов РФ.

На отдельные виды водопользования выдаются лицензии. Существуют лимиты на потребление воды для орошаемого земледелия, для промышленного водопользования, на выбросы и сбросы сточных вод.

## 4.5. Транспорт как фактор воздействия на окружающую среду

Транспорт играет важную роль в хозяйстве и повседневной жизни людей и поглощает значительное количество природных ресурсов. В настоящее время транспорт, в первую очередь автомобильный, становится одним из главных факторов, оказывающих влияние на экологическое состояние территории.

Воздействие транспорта на окружающую среду чрезвычайно многосторонне. Это воздействие многомиллионного парка автомобилей, самолетов, судов, крупных транспортных предприятий (морских и речных портов, автобаз, вокзалов, аэропортов), автомобильных и железных дорог, трубопроводов и пр.

Можно выделить четыре основных направления неблагоприятного воздействия транспорта на состояние окружающей среды:

- отчуждение земельных территорий под транспортное строительство;

- загрязнение и изменение всех природных компонентов, особенно воздуха и воды;

- значительное потребление природных ресурсов, в частности водопотребление, и связанное с ним нарушение круговоротов веществ в природных комплексах, значительное потребление природного топлива (в настоящее время остро стоит проблема снижения энергоемкости транспорта);

- шум и вибрация, сопровождающие работу практически всех видов транспорта.

В эпоху НТР быстрое развитие различных видов транспорта (табл. 4.21) стало оказывать возрастающее отрицательное воздействие на природную среду. При этом каждый из видов транспорта имеет как бы свою «специализацию». Так, автомобильный, воздушный и железнодорожный транспорт (при тепловозной тяге) в наибольшей мере влияют на атмосферу; морской и внутренний водный — на гидросферу; трубопроводный (например, при авариях нефтепроводов) — на литосферу.

Все пути сообщения, транспортные предприятия и транспортные средства в совокупности образуют мировую транспортную систему, масштабы которой очень велики.

Общая длина транспортной сети мира, без учета морских трасс, составляет 36 млн км. Численность людей, занятых на транспорте, превысила 100 млн чел. Ежегодно в мире всеми видами транспорта перевозится более 100 млрд т грузов и более 1 трлн пассажиров. В начале 1950-х гг. мировой годовой грузооборот составлял около 7 трлн т · км, во второй половине 1980-х гг. он уже превысил

**Динамика протяженности сети мировой транспортной системы  
(тыс. км) (Ю. Г. Липец и др., 1999)**

Виды транспортных путей	Годы				
	1950	1979	1980	1990	1995
<b>Железные дороги:</b>					
в целом	1 320	1 340	1 248	1 210	1 180
электрифицированные	60	125	164	193	200
<b>Автомобильные дороги:</b>					
в целом	15 540	19 700	22 300	23 600	24 000
с твердым покрытием	7 645	12 151	16 000	20 000	22 000
усовершенствованные	2 920	5 860	9 210	11 700	13 000
Судоходные реки и каналы	560	525	540	544	550
Нефтяные трубопроводы	175	395	520	600	680
Магистральные газопроводы	186	545	760	900	1 100
Воздушные пути	3 300	5 510	6 900	7 900	8 500

50 трлн т · км. За этот период несколько уменьшилась доля железных дорог и внутренних водных путей и увеличилась доля морского (почти  $\frac{2}{3}$  мирового грузооборота) и трубопроводного транспорта (рис. 4.14). Морской транспорт обладает практически неограниченной пропускной способностью морских путей и самой большой грузоподъемностью подвижного состава. Значительное повышение роли жидкого и газообразного топлива в мировой экономике способствовало развитию трубопроводного транспорта.

В структуре пассажирооборота (рис. 4.15) главенствует автомобильный транспорт, причем более 60 % всех перевозок осуществляется легковыми автомобилями.

Мировая транспортная система сформировалась в XX в. Она внутренне неоднородна. В частности, на транспортные системы экономически развитых стран мира приходится до 80 % общей длины мировой транспортной сети и 74 % мирового грузооборота. Густота транспортной сети в большинстве экономически развитых стран составляет 50—60 км на каждые 100 км<sup>2</sup> территории, тогда как в развивающихся — 5—10 км.

Говоря об особенностях воздействия транспорта на окружающую среду, следует учитывать как прямое воздействие (загрязне-

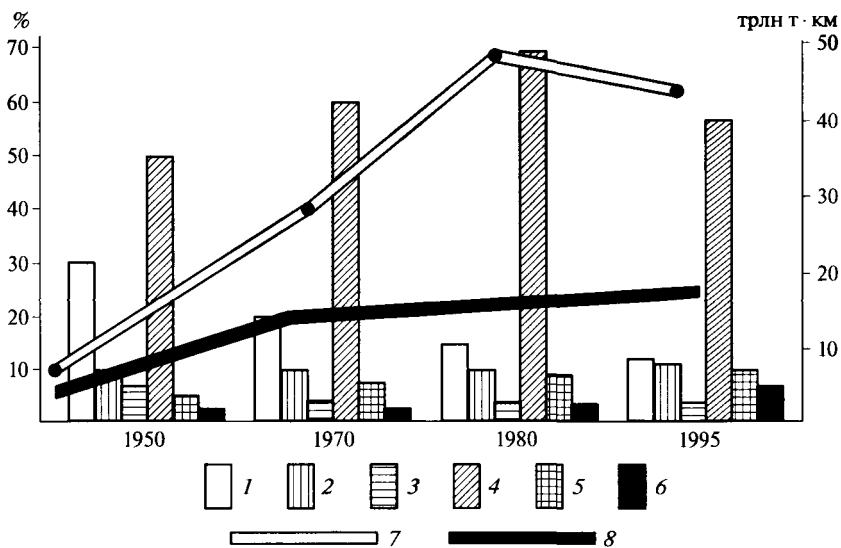


Рис. 4.14. Динамика и структура мирового грузооборота (Ю. Г. Липец и др., 1999):

1—6 — доли видов транспорта в общем грузообороте, % (1 — железнодорожный; 2 — автомобильный; 3 — внутренний водный; 4 — морской; 5 — нефтяной трубопроводный; 6 — газопроводный); 7, 8 — грузооборот всех видов транспорта, трлн т · км (7 — суммарный; 8 — внутренний)

ние атмосферного воздуха токсичными выбросами продуктов сгорания топлива, водных объектов — сбросами и стоками, воздействие транспортного шума и пр.), так и косвенное (загрязнение среды производственными отходами во время строительства транспортных путей и стационарных транспортных объектов — доков, ремонтных заводов, станций техобслуживания, вокзалов, котельных и пр.). Помимо загрязнения среды выбросами вредных веществ, происходит коренное изменение структуры естественных природных ландшафтов и т. д.

**Автомобильный транспорт** относится к основным источникам загрязнения окружающей среды в большинстве крупных городов мира.

Около половины добываемой в мире нефти расходуется на автомобильный транспорт, рост которого значительно опережает рост населения планеты. Увеличение числа автомобилей неразрывно связано с процессами урбанизации. Многочасовые заторы стали обычной картиной на улицах многих городов мира. Ниже приведены сведения о размерах автомобильного парка (млн шт.) некоторых стран (В. П. Максаковский, Н. Н. Петрова, 1999):

США.....	190	Великобритания.....	24
Япония.....	50	Россия.....	18
ФРГ.....	35	Канада.....	17
Италия.....	31	Испания.....	16
Франция.....	28	Бразилия.....	14

В связи с увеличением численности мирового парка автомобилей растет валовой выброс вредных продуктов в воздушную оболочку планеты. Согласно экспертным оценкам автопарк мира за год расходует более 5 млрд т кислорода, выбрасывая в атмосферу Земли ежегодно 4,5 млрд т углекислого газа. Загрязнение окружающей среды CO<sub>2</sub> и другими газами, обладающими «парниковым» эффектом, становится глобальной геоэкологической проблемой.

Отработанные газы автомобильных двигателей содержат около 200 веществ, большинство из которых токсичны. В выбросах карбюраторных двигателей основную долю вредных продуктов составляют СО, углеводороды (среди которых есть канцерогены) и оксиды азота, в выбросах дизельных двигателей — оксиды азота, сажа и бенз(а)пирен. Весьма опасная составная часть выхлопных

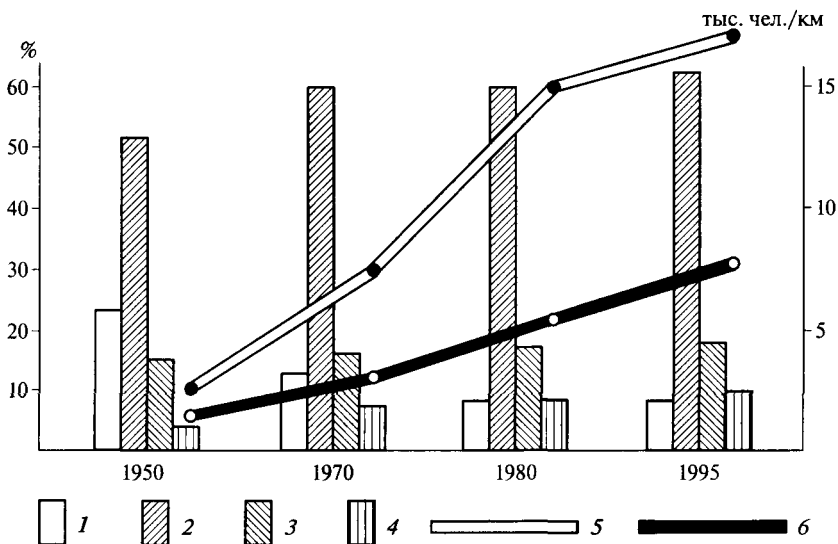


Рис. 4.15. Динамика и структура мирового пассажирооборота (Ю. Г. Липец и др., 1999 г.):

1—4 — доли видов транспорта в общем пассажирообороте, % (1 — железнодорожный; 2 — легковой автомобильный; 3 — автобусный; 4 — воздушный); 5, 6 — пассажирооборот, тыс. чел./км (5 — суммарный; 6 — общего пользования)

газов автомобилей — соединения свинца, которые иногда используют в качестве добавки к бензину. В России с 1 июля 2003 г. действует Федеральный закон «О запрете производства и оборота этилированного автомобильного бензина в Российской Федерации» от 22 марта 2003 г. № 34-ФЗ, однако полностью исключить производство и продажу такого бензина, содержащего от 0,17 до 0,37 г/л свинца, на всей территории страны не удастся. Резиновая пыль, содержащаяся в отходах автомобильных шин на дорогах, загрязняет окружающие территории цинком, никелем, кадмием. Дальность распространения выбросов автомобиля зависит от погоды, направления и скорости ветра, рельефа местности. При застоях воздуха в сочетании с высокой температурой приземные концентрации вредных веществ на автодорогах могут во много раз превышать санитарные нормы.

Низкий технический уровень эксплуатируемых в России автомобилей, в частности, старых машин зарубежного производства, невысокое качество топлива и отсутствие систем нейтрализации отработанных газов в отечественных автомобилях — причины высокого уровня загрязнения воздушного пространства большинства промышленных центров в России. Например, в крупных городах России доля выбросов в атмосферу от автотранспорта соизмерима с выбросами от промышленных предприятий, а в некоторых даже во много раз их превышает (Москва и Московская область, Санкт-Петербург, Краснодар, Екатеринбург, Уфа, Омск и др.), иногда достигая 80—90 % (Якутск, Армавир, Горно-Алтайск и др.). Нередко концентрации вредных веществ от автомобильных выхлопов превышают ПДК в 10—20 раз.

Значительные пространства автодорог, автобаз, стоянок, заправочных станций, покрытых асфальтом и бетоном, препятствуют нормальному впитыванию дождевых вод в почву, нарушают баланс грунтовых вод. Для борьбы с обледенением дорог активно используют соль, что приводит к засолению почв на довольно больших площадях.

Автотранспорт — один из самых крупных потребителей воды среди всех видов транспорта (охлаждение двигателей, мойка автомобилей и т. д.).

**Водный транспорт** обслуживает около 4/5 всей международной торговли. Общая протяженность морских трасс составляет миллионы километров. Морские суда транспортируют главным образом массовые грузы — наливные (нефть, нефтепродукты), насыпные (уголь, руда, зерно), контейнеры с готовыми изделиями и полуфабрикатами.

Внутренний водный транспорт — старейший вид транспорта. Его развитие связано с природными предпосылками — наличием пригодных для судоходства рек и озер. По грузообороту внутрен-

них водных путей выделяются США, Россия, Канада, ФРГ, Нидерланды, Бельгия, Китай.

Воздействие водного транспорта на состояние водных объектов проявляется, прежде всего, в загрязнении акваторий океанов и внутренних водных путей нефтью, попадающей в воду при погрузке и выгрузке судов, при авариях, особенно морских танкеров, перевозящих нефть. В случае аварии современного танкера разливы нефти могут иметь катастрофический характер. Подсчитано, что 200 тыс. т нефти достаточно, чтобы превратить Балтийское море в безжизненную биологическую пустыню.

Загрязнение водной среды вызывается также сбросами сточных вод с судов и причалов, потерями грузов и сыпучих продуктов, в частности при перегрузке угля, когда образуется огромное количество пыли, для удаления которой требуется создание мощной пылеулавливающей техники. Вода, используемая для охлаждения судовых двигателей, сбрасывается в водоемы, вызывая их тепловое загрязнение. В море попадает также вода из трюмов, содержащая большое количество смазочных материалов, остатков топлива. При промывке емкостей танкеров перед очередной их загрузкой вода также часто сбрасывается за борт. По подсчетам специалистов, ежегодно в результате потерь нефти на морских промыслах, промывки танкеров и слива балластных вод в открытое море попадает от 5 до 10 млн т нефтепродуктов. Особенно значительны масштабы этого явления в Карибском, Ирландском, Северном морях и некоторых внутренних морях Мирового океана. Удаление разлитой при морских катастрофах нефти — трудное и дорогостоящее мероприятие.

**Воздушный транспорт** — самый молодой и динамичный вид транспорта. Если в 1948 г. им было перевезено во всем мире около 20 млн пассажиров, то в 1995 г. — более 2 млрд. В межконтинентальных пассажирских сообщениях воздушный транспорт занимает первое место, почти совсем вытеснив морской. Он берет на себя также значительную часть пассажирских перевозок внутри отдельных стран, имеющих большие территории (Россия, США, Канада, Австралия).

Два фактора определяют воздействие авиации на окружающую среду — авиационный шум (см. рис. 4.5) и выбросы загрязняющих веществ в атмосферу авиадвигателями. По некоторым расчетам, реактивный самолет на трассе Европа — Америка сжигает за полет 35 т кислорода, которого хватило бы для дыхания 12 тыс. человек в течение суток.

Шумовое воздействие на людей и животных, особенно вблизи аэропортов, превышает допустимые пределы. Шум от посадки и взлета самолетов с реактивными двигателями чрезвычайно усложняет жизнь людей. Современные крупнейшие аэровокзалы с не-



сколькими взлетными полосами длиной 3—4 км, рулевыми дорожками, площадками для стоянки самолетов, административными зданиями занимают 25—30 км<sup>2</sup> территории, покрытой бетоном.

Подобно автомобилям, современные самолеты являются крупнейшими потребителями топлива. Среди токсичных веществ, распространяемых шлейфами многих тысяч самолетов на большие расстояния, преобладают СО, оксиды азота, сажа, негоревшие углеводороды. Особое место в воздействии на окружающую среду занимает ракетно-космическая техника, вредное влияние которой особенно ощутимо в районах падения отделяющихся частей ракет, где наблюдается сильное загрязнение почвы, атмосферы, поверхностных и грунтовых вод высокотоксичными компонентами ракетных топлив.

**Железнодорожный транспорт**, несмотря на снижение его доли в грузовых и особенно пассажирских перевозках, занимает важное место во многих странах мира. Общая протяженность мировой железнодорожной сети составляет 12,5 млн км, но распределена она неравномерно. Ниже приведены данные о протяженности железных дорог (тыс. км) в ряде стран (В. П. Максаковский, Н. Н. Петрова, 1999):

США.....	178	ФРГ.....	44
Россия.....	87	Австралия.....	37
Канада.....	86	Франция.....	33
Индия.....	63	Аргентина.....	33
Китай.....	54	Бразилия.....	30

Железнодорожный транспорт оказывает существенное воздействие на окружающую среду: потребление топливных ресурсов, электроэнергии и воды; разнообразные выбросы твердых, жидких и газообразных веществ; нарушение природных ландшафтов (особенно это касается различных ремонтных служб, обслуживающих подвижной состав и железнодорожное полотно); шумовое загрязнение среды. Железные дороги требуют отвода значительных площадей для своего размещения. К полотну железных дорог примыкают резервные защитные полосы шириной до 500 м; к ним нужно добавить площади вокзалов, станций, разъездов и пр.

Загрязнение среды железнодорожным транспортом сильнее всего ощущается там, где используются тепловозы. Их отработанные газы содержат большое количество токсичных веществ, угольной и рудной пыли, сажи и др. Число аварий и инцидентов на железнодорожном транспорте составляет в России 2—3 тыс. в год. Особую тревогу вызывают аварии при перевозке опасных химических веществ.

При мойке составов в локомотивных и вагонных депо образуются значительные объемы стоков, содержащих нефтепродукты, щелочи, кислоты, тяжелые металлы и применяемые в моющих растворах СПАВ. Железнодорожный транспорт ежегодно потребляет в России около 1 млрд м<sup>3</sup> воды. В конце XX — начале XXI в. объем выбросов существенно сократился благодаря структурным изменениям локомотивного парка — замене паровозов и тепловозов электровозами. Введение оборотных циклов водопользования, прекращение расхода питьевой водопроводной воды на мойку вагонов позволит уменьшить потери воды на транспорте. Создание новых типов вагонов, новых конструкций поездных туалетов — лишь некоторые меры по сокращению загрязнения железнодорожного полотна.

**Трубопроводный транспорт**, используемый для транспортировки нефти, нефтепродуктов, природного газа, при правильной эксплуатации практически не нарушает структуры ландшафтов. В основном трубопроводы размещают в закрытых траншеях или на дне моря; в условиях вечной мерзлоты — над поверхностью суши на сваях. Опасность представляет плохая герметизация трубопроводов, разрывы труб, приводящие к утечке их содержимого, распространению нефти и газа на значительных площадях (см. табл. 4.5). Сооружение трубопроводов, профилактические и ремонтные работы сопровождаются нарушением почвенно-растительного покрова, особенно ощутимым в полярных условиях.

В России насчитывается более 4 000 подводных участков трубопроводов. Создание береговых траншей глубиной до 15 м на расстоянии 50 — 100 м от береговой линии приводит к необратимым деформациям берегов в створе перехода. В настоящее время в связи с освоением крупных нефтяных и газовых месторождений в России протяженность всех магистральных трубопроводов достигла 300 тыс. км. Эксплуатация трубопроводов требует постоянного ремонта и контроля сооружений. Ежегодно на магистральных трубопроводах Западной Сибири случается до 35 тыс. аварий, наносящих существенный вред окружающей природе из-за разливов нефти, которые нелегко обнаружить в связи с труднодоступностью местности.

Во всем мире постоянно увеличивается объем перевозок на транспорте. Растет транспортная подвижность населения, отражающая степень урбанизации. В свою очередь, новые формы урбанизации, формирование агломераций и мегаполисов не смогли бы реализоваться без массовой автомобилизации населения.

Транспорт в современном обществе является мощным стимулом социально-экономического развития. Поэтому все меры, направленные на развитие транспортных систем, должны обе-

спечивать оптимальное соотношение между потребностями общества и снижением негативного воздействия транспорта на окружающую среду

Важная роль в уменьшении воздействия транспортных средств на окружающую среду и здоровье людей отводится регулированию движения автотранспорта в городе, созданию объездных путей вокруг городов для транзитных грузо- и пассажиропотоков, озеленению автомагистралей, сооружению вдоль них шумозащитных заграждений. Происходит качественное изменение транспортной сети: растет протяженность электрифицированных и скоростных железных дорог, автомагистралей с усовершенствованным покрытием, трубопроводов крупного диаметра. Рациональное использование земли и сохранение почвы подразумевают экономию земли при строительстве транспортных сооружений, поднятие дорог на эстакады или сооружение их в подземных туннелях, использование неудобий и т. д.

Введение оборотных циклов водоиспользования позволит сократить расходы воды на транспорте. Стимулируется использование сжатого природного газа в качестве моторного топлива. Во многих странах ведутся работы по совершенствованию транспортных двигателей, поиск путей снижения токсичности выхлопных газов, улучшения качества бензина. В частности в Японии, США и многих странах Западной Европы уже практически осуществлен полный переход на неэтилированный бензин. Автотранспорт переводится на древесный спирт, совершенствуются электромобили. Наиболее перспективным, экологически чистым является водородный двигатель, так как при сгорании водородно-воздушных смесей образуется водяной пар и исключается образование каких-либо токсичных веществ, кроме незначительных количеств оксидов азота. Переход на водород в качестве основного топлива требует времени, так как необходима разработка промышленных способов его производства в больших объемах. В настоящее время реально применение водородных добавок, которые улучшают работу двигателей.

#### **4.6. Геоэкологические аспекты сельскохозяйственного производства**

**Воздействие сельского хозяйства на окружающую среду.** Сельское хозяйство — вторая после промышленности ведущая отрасль материального производства, один из древнейших видов природопользования. Еще в доисторические времена человек начал обрабатывать землю, строить оросительные каналы, приручать

и использовать в работе животных. На территориях Индии, Китая, Древнего Египта, Средней Азии, Двуречья возникли первые сельскохозяйственные ландшафты и сформировались очаги культурных растений (см. табл. 3.2). За время существования человечества его научные открытия и технологические усовершенствования были направлены на дальнейшее все более эффективное преобразование природы. За последнее тысячелетие около 2/3 поверхности суши стало ареной деятельности человека. Более 35% площади суши занимают земли, используемые в сельском хозяйстве (рис. 4.16).

В настоящее время сельскохозяйственное производство, наряду с промышленным, стало мощным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду, источником глобальных преобразований географической оболочки Земли. Сельское хозяйство — основная система жизнеобеспечения человека на Земле. 98% продовольствия населению земного шара дают сельскохозяйственные биоценозы. С ростом численности населения

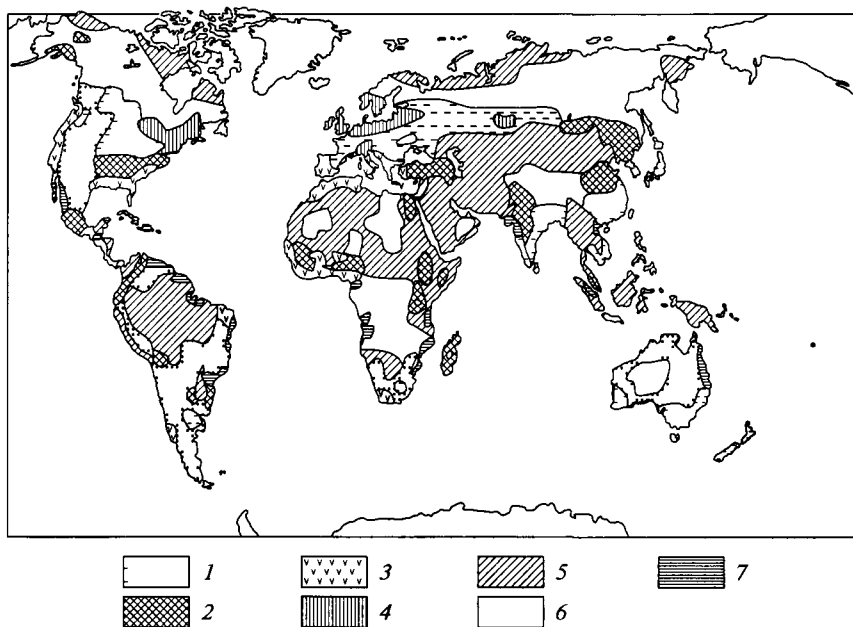


Рис. 4.16 Главные сельскохозяйственные районы мира  
(В. П. Максаковский, 1993)

1 — зерновое хозяйство, 2 — корнеплоды, 3 — многолетние насаждения, 4 — плантации, 5 — кочевое скотоводство, 6 — скотоводство на ранчо, 7 — молочное животноводство

планеты растет воздействие сельского хозяйства на природу Земли.

Сельскохозяйственные системы — земледельческие и животноводческие — занимают в мире около 50 млн км<sup>2</sup>, из которых на пашню приходится около 30 %, на луга и пастбища — 70 % (табл. 4.22). Разнообразие типов сельскохозяйственных систем огромно, оно зависит как от природных условий, так и от общего развития экономики страны, применяемых технологий. Среди отдельных стран мира наибольшими размерами обрабатываемых земель (млн га) отличаются США (190), Индия (160), Россия (134), Китай (95), Канада (46), Казахстан (36), Украина (34). Естественные луга и пастбища во всех регионах мира, за исключением стран

Таблица 4.22

**Структура мирового земельного фонда**  
(В. П. Максаковский, 1993)

Регион	Земельный фонд (без Антарктиды и Гренландии)		Сельскохозяйственные земли, %		Лесные земли, %	Земли населенных пунктов, промышленности и транспорта, %	Малопродуктивные земли (тундра, болота, пустыни и т.д.), %
	общая площадь, млн км <sup>2</sup>	площадь на душу населения, га	обрабатываемые земли (пашни, сады, сеяные луга)	естественные луга и пастбища			
СНГ	22,1	8,1	10	17	36	1	36
Европа (за исключением стран СНГ)	5,1	1,0	29	18	32	5	16
Азия (за исключением стран СНГ)	27,7	1,1	17	20	20	2	39
Африка	30,3	6,4	11	26	23	1	39
Северная Америка	22,5	6,1	12	16	31	3	38
Южная Америка	17,8	7,3	7	20	52	1	20
Австралия и Океания	8,5	37,0	5	54	18	1	22
Весь мир	134,0	3,0	11	23	30	2	34

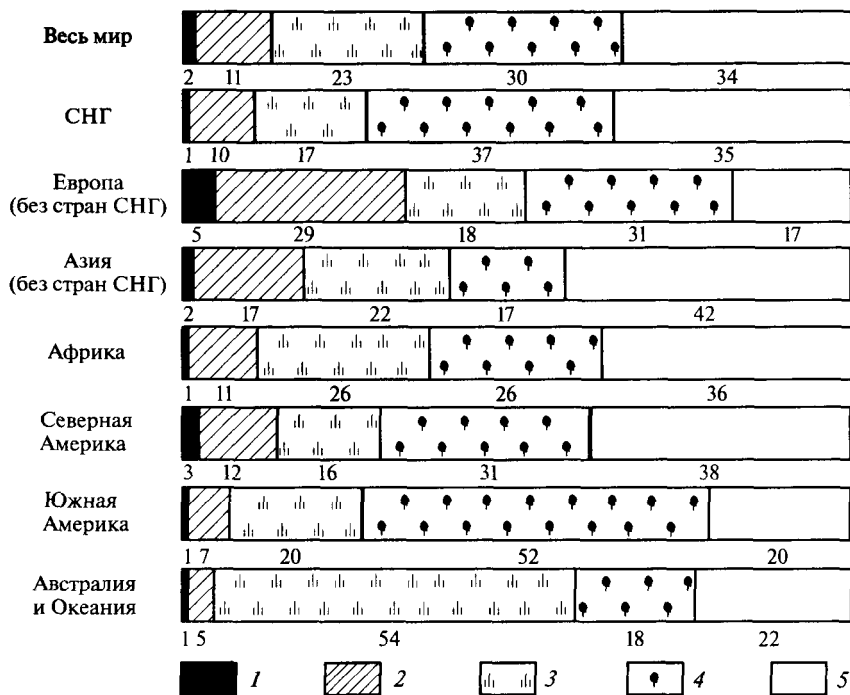


Рис. 4.17. Структура мирового земельного фонда по континентам, % (В. П. Максаковский, 1993):

1 — земли населенных пунктов, промышленности и транспорта; 2 — обрабатываемые (земледельческие) земли — пашни, сады, сеяные луга; 3 — естественные луга и пастбища; 4 — леса; 5 — малопродуктивные и непродуктивные земли — пустыни, болота, крутые склоны, ледники, холодные пустыни, а также внутренние водоемы

Европы, не входящих в СНГ, заметно преобладают над обрабатываемыми угодьями (рис. 4.17).

Непрерывно расширяющееся хозяйственное использование территории суши приводит к коренной перестройке природных ландшафтов и формированию антропогенных, т.е. измененных или искусственно созданных человеком ландшафтов. Все развитые страны, за исключением Канады, практически полностью разрушили свои естественные экосистемы (табл. 4.23).

На территориях этих стран естественные экосистемы трансформированы и упрощены; круговорот биогенов сильно разомкнут: ежегодно с урожаем из системы выносятся огромное количество минеральных и органических веществ, а вносятся в почву удобрения, ядохимикаты и семена. Состав почвы, ее свойства, включая наличие микроорганизмов и беспозвоночных, баланс

## Использование земель в развитых странах мира

(В. И. Данилов-Данильян и др., 1994)

Страны	Площадь, млн га	Плотность населения, чел./100 га	Сельскохозяйственные земли, млн га		Не нарушенные хозяйственной деятельностью земли	
			пашни	пастбища	млн га	%
США	919,66	27	189,9	241,5	44,06	5
Канада	922,01	2,9	46	31,5	640,6	65
Европа (без бывшего СССР)	472,96	105	140	84	19	4
Япония	37,65	326,5	0,47	0,8	0	0
Мир в целом	13 077	39,8	1 473	3 215	5 088	39

биогеоценозным образом меняются. Меняются и физические свойства почвы. Она уплотняется под действием тяжелой сельскохозяйственной техники, при этом усиливается водная и ветровая эрозия. При введении искусственного орошения изменяется и тип водного режима: от обычного непромывного к промывному. Сложность структуры агроэкосистемы сокращается; она уже не обладает естественной устойчивостью и служит источником загрязнения окружающей среды.

Применяя необходимые севообороты и удобрения почвы, человек стремится поддерживать ее плодородие для повышения урожая. Однако при этом коренным образом меняются свойства почвы, баланс веществ, практически замкнутый в естественных условиях. Человек делает почву зависимой от применяемых технологий. Поэтому большинство современных почв обрабатываемых сельскохозяйственных угодий следует считать искусственными образованиями, созданными при участии человека, а сами агроэкосистемы — геоэкологически неустойчивыми на всех уровнях.

В животноводческих агроэкосистемах геоэкологические изменения происходят не так быстро, как на обрабатываемых угодьях, но они не менее существенны, поскольку происходят под влиянием тысячелетий выпаса скота. Особенно остро стоит проблема воздействия пастбищного скотоводства на естественные ландшафты в засушливых районах мира, в частности в Калмыкии.

В России особую тревогу вызывает загрязнение окружающей среды стоками животноводческих комплексов и птицефабрик. Из образующихся отходов в качестве удобрений используется в среднем менее 70 %; остальная часть переполняет пруды-накопители, сбрасывается на прилегающие земли, попадая в водоемы, подземные воды, в том числе в источники питьевого водоснабжения. На долю сельского хозяйства приходится  $\frac{1}{8}$  объема сброса загрязненных сточных вод в России.

**Современные процессы деградации земельных ресурсов мира.** *Земельные ресурсы* земного шара представляют собой сложный комплекс компонентов природного ландшафта, специфические сочетания почв, рельефа, климата, используемые для выращивания сельскохозяйственных культур, заготовки или скармливания скотом дикорастущих растений (А. А. Минц, 1972).

Главный компонент земельных ресурсов — почвы. Почва выполняет важные экологические функции в биосфере: служит средой обитания для огромного числа организмов; является необходимым звеном и регулятором всех биогеохимических циклов, круговоротов элементов в биосфере. Значение почвы как основы производства сельскохозяйственной продукции возрастает по мере увеличения численности населения Земли.

Ущерб, нанесенный почвам в результате длительного нерационального землепользования, принял в настоящее время угрожающий характер. Деградация земель — проявление широкого круга глобальных изменений окружающей среды, вызванных деятельностью человека. Использование почв практически всегда приводит к истощению их плодородия, ухудшению природных свойств, снижению биологической продуктивности естественных пастбищных угодий.

Деградация почв — явление как природное, так и социальное. В мире ежегодно безвозвратно теряется в результате различных процессов деградации около 7 млн га пахотных земель, т. е. продовольственная база для 21 млн человек. По определению ЮНЕП, деградация почв — антропогенный процесс снижения способности почв обеспечивать существование людей.

Проблема деградации почв имеет общемировое значение, потому что с ней связана проблема обеспечения населения планеты продовольствием. В понятие «деградация земель» включены многие явления, связанные с невозобновимым процессом потери почвой ее *продуктивности*, т. е. природных биотических функций превращения биогенных веществ в формы, усваиваемые растениями (табл. 4.24).

Основные причины деградации почв мира — вырубка лесов, перевыпас скота, чрезмерная распашка земель, несовершенная технология ведения сельского хозяйства (в частности, нарушение



## Деградация почв мира (Г. Н. Голубев, 1999)

Тип и степень деградации	Площадь	
	млн км <sup>2</sup>	%
Смыв и разрушение водной эрозией	10,9	8,0
Развевание и разрушение ветровой эрозией	5,5	4,0
Химическая деградация (обеднение гумусом и биогенами, засоление, загрязнение, закисление и пр.)	2,4	2,0
Физическая деградация (переуплотнение, заболачивание, просадки и пр.)	0,8	1,0
Слабая деградация	7,5	6,0
Умеренная деградация	9,1	7,0
Сильная деградация	3,0	2,0
Очень сильная деградация	0,1	0,1

технологии проведения мелиоративных работ), уничтожение почвенного покрова в результате строительных и горных работ, загрязнение атмосферы, вод, почв агрессивными химическими веществами.

В мире в сельскохозяйственных целях используется 4 700 млн га, из которых около 1 500 млн га составляют пахотные земли. Около 1 200 млн га этих земель подвержены сильной или умеренной деградации со снижением плодородия почв на 10—50%. В России показатели деградации земель близки к средним мировым.

Существуют следующие виды деградации земель: водная эрозия; ветровая эрозия (дефляция); потеря гумуса; изменение структуры почв, их уплотнение из-за использования тяжелой техники; химическое загрязнение, техногенное подкисление почв (промышленными выбросами и от удобрений); загрязнение почв ядохимикатами; вторичное засоление; подтопление и заболачивание; деградация пастбищ; деградация вечной мерзлоты и др.

**Эрозия почв** — один из основных видов деградации земель (рис. 4.18).

Эрозия существует в природе как естественный процесс, неотъемлемое звено глобального цикла денудации — аккумуляции. В природе разрушение и потери почв от выдувания и смыва компенсируются процессами почвообразования. При превращении природной системы в слабо прикрытую растительностью полевую агроэкосистему условия для эрозии резко меняются, ее скорость увеличивается на один-два порядка. Так, например, средняя ин-

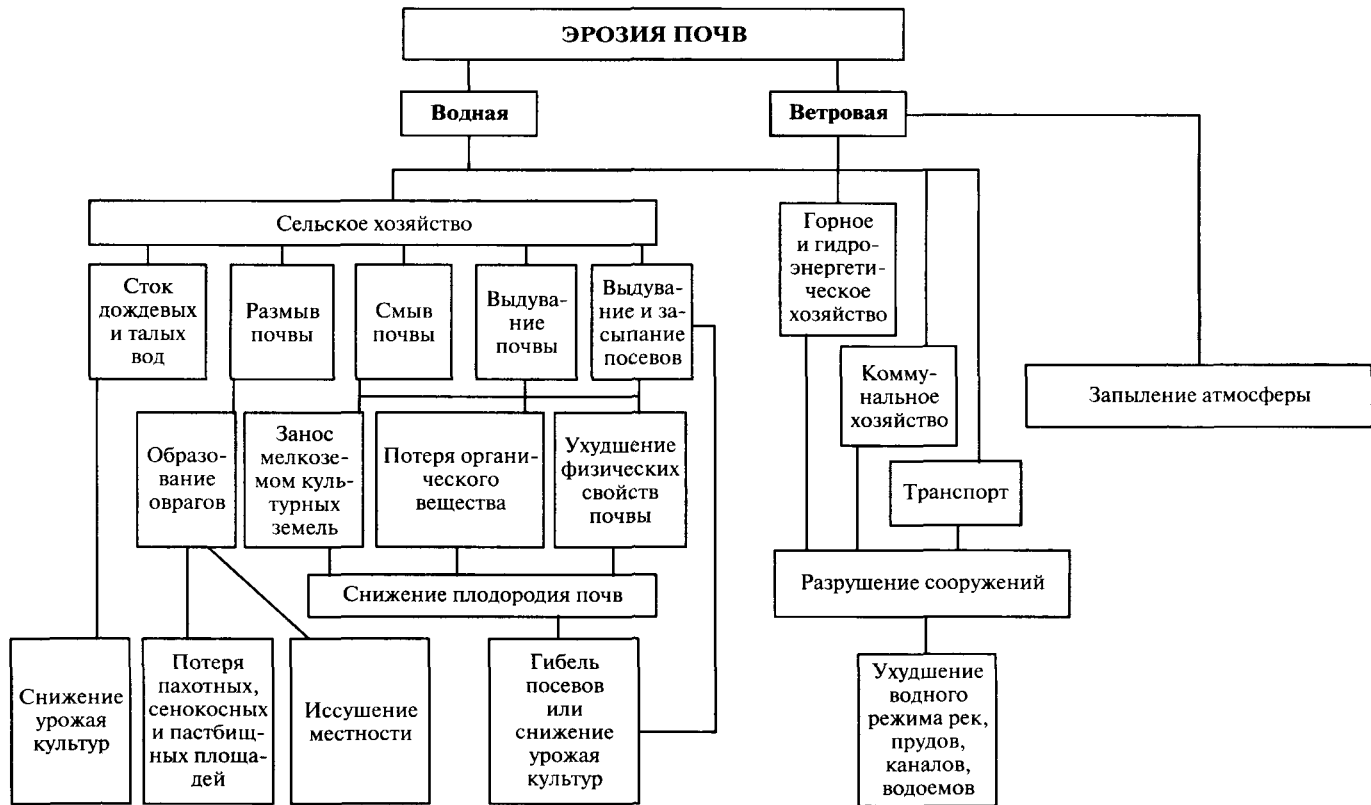


Рис. 4.18. Вред, наносимый эрозией почв (С. С. Соболев, 1963)

тенсивность смыва почв водной эрозией в Прикаспии на юге европейской части России составляет 0,5—1 т/га в год, на севере — 3—10 т/га. При этом пашня ежегодно теряет не менее 400—650 млн т почвы (с площади 40 млн га). Вместе с почвой вымывается и уносится гумус и другие питательные вещества. Недобор урожая из-за эрозии составляет 36 %. За последние десятилетия XX в. содержание гумуса в почве снизилось на 20 %. Специалисты подсчитали, что для образования плодородного гумусового слоя мощностью 1 см в природе требуется до 300 лет. Человечество теряет этот сантиметр за три года, в основном вследствие эрозии почв.

В России эрозии подвержена четвертая часть сельскохозяйственных угодий, особенно возвышенности степной и лесостепной зон европейской части страны. От сильной эрозии страдают практически все пашни южной части Европы. В разной степени эродированы 75 % земель США. В Австралии и Африке более половины всех пахотных и пастбищных земель подвержены эрозионным процессам.

Эрозия земель во всем мире — большое бедствие. В природе нет почв, абсолютно устойчивых к эрозии. Однако есть меры, способные ее приостановить. В умеренных широтах это безотвальная и плоскорезная обработка почвы, вспашка поперек склонов, посев многолетних трав, севообороты, создание защитных лесных полос, регулирование снегооттаивания. В селеопасных районах эффективны облесение склонов, создание валов, запруд, водоотводов, специальных противоселевых каменных дамб и плотин для задержания ливневых стоков на склонах.

*Овражная эрозия* — один из видов водной эрозии — развивается на крутых и пологих склонах, лишенных древесной растительности. Одна из причин овражной эрозии — неправильная распашка склонов, неумелый подбор культур севооборота, применение мощной техники и др. Овраги врезаются в поля, сокращают пахотные земли, затрудняют машинную обработку земель.

Вред от водной эрозии выражается также в нарушении водного режима территории. Наблюдаются прогрессирующее иссушение эродированных земель, засорение русел и устьев рек наносами, заиливание озер и водохранилищ, катастрофические наводнения.

*Селевые потоки и оползни* — наиболее опасные формы водной эрозии в горах. Образуются в результате вырубки лесов на склонах, при неумеренном выпасе скота, нарушающем травяной покров. *Сели* — мощные бурные грязекаменные потоки, возникающие после сильных ливней. Оползни и сели приносят большие хозяйственные убытки, иногда человеческие жертвы; часто случаются в горах Кавказа, Забайкалья, Средней Азии, Австрийских Альпах. Примером может служить гигантский оползень, образовавшийся в

результате 9-балльного землетрясения в центральной части Памира на территории Таджикистана в феврале 1911 г. Оползень плотной перекрыл долину р. Мургаб, где образовалось Сарезское озеро глубиной более 500 м, длиной 61 км и площадью 80 км<sup>2</sup>. Сход нового оползня в Сарезское озеро может разрушить завальную плотину, что вызовет гигантский селевый поток, который будет угрожать огромному числу жителей этой опасной зоны.

Классическим местом возникновения оползней в Москве считаются Воробьевы горы на р. Москве. Неровности склона образованы сползшими блоками земли, на которых растет так называемый «пьяный лес» с наклонившимися деревьями. На оползневых склонах здесь построены защитные стенки, сделаны отводы воды из родников.

*Термоэрозии* подвергаются почвы в области распространения вечной мерзлоты. Изменение теплового состояния мерзлых пород происходит при хозяйственном освоении территории Севера человеком. Термоэрозия проявляется в виде оседания поверхности земли, термокарста, что можно наблюдать в низовьях северных рек Сибири, в районах городов Норильск, Мирный и др.

*Ветровая, или эоловая, эрозия (дефляция)* происходит за счет выдувания и перемещения ветром мелких частиц почвы (см. рис. 4.18). В умеренных широтах возникновению ветровой эрозии способствуют мелиоративные работы, проводимые при осушении территорий с нарушением технологии, без учета местных природных условий. Примером могут служить Полесье и Мещерская низменность, где массовое осушение болот привело к развеванию абсолютно сухих торфов, созданию пожароопасной обстановки.

Наиболее характерна ветровая эрозия для Северного Кавказа, Казахстана, Средней Азии, Нижнего Поволжья, южных районов Украины, многих районов Азии, Африки, Австралии. Пыльные, или «черные», бури возникают в пустынях при особо сильных ветрах, когда дальность переноса частиц может достигать сотен и тысяч километров (рис. 4.19). От удушья заболевают и даже погибают люди и домашние животные, уничтожаются почвы и растительный покров на огромных территориях. Плодородие почв, обедненных гумусом и мелкоземом, резко падает. В 1960-х гг. более 10 млн га целинных земель Казахстана были распаханы, в результате чего их почвенный покров за короткий срок был превращен пыльными бурями в развеваемые пески. Ветровая эрозия особенно опасна для песчаных и супесчаных почв тропиков и субтропиков, где она усиливает естественные природные процессы аридизации территорий.

Сведение лесов, разрушение растительного покрова при перевыпасе скота, неправильная обработка почвы, особенно в засушливых районах мира, приводят к образованию подвижных песков,

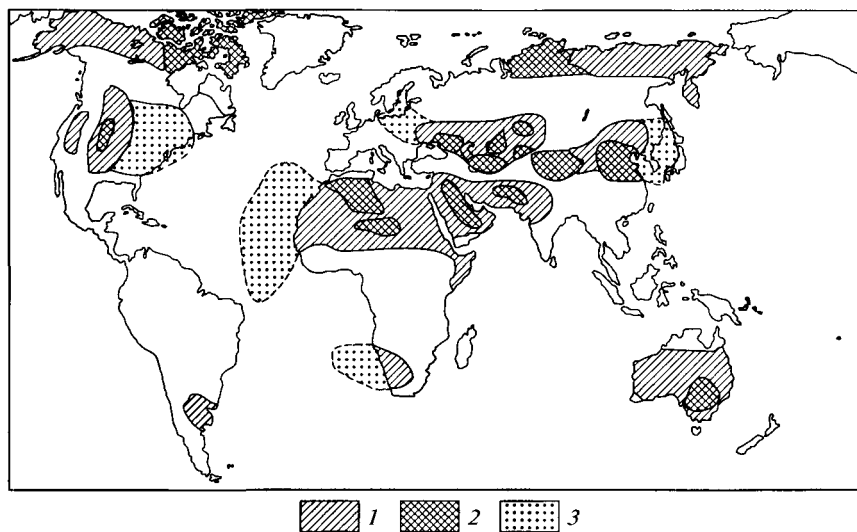


Рис. 4.19. Распространение пыльных бурь на земном шаре  
(С. П. Горшков, 1998):

1 — области проявления пыльных бурь; 2 — места частого возникновения пыльных бурь; 3 — области стабильного выпадения пыли

наступающих на плодородные почвы оазисов, поселки и города, развитию глобального процесса опустынивания, скорость которого достигает в настоящее время 20 га/мин. За год в бесплодные территории превращается 6 млн га некогда плодородных земель.

**Опустынивание** — деградация земель и истощение наземных экосистем (уменьшение их биомассы, продуктивности, видового разнообразия) в результате деятельности человека и колебаний климата.

Опустыниванию подвержены в первую очередь аридные, или засушливые, земли тропиков с недостаточным и неустойчивым увлажнением. Их площадь на планете составляет около 6 млрд га. На этих территориях выпадает всего 100—400 мм осадков в год. В условиях, когда численность населения значительно превышает потенциальную емкость территории, при экстенсивном использовании земель человеком, чрезмерной пастбишной нагрузке, уничтожении лесов, приводящем к снижению интенсивности континентального влагооборота, усиливаемому природными засушливыми условиями, происходит разрушение природными экосистем, развивается водная и ветровая эрозия, ухудшаются физические, химические и биологические свойства почв, поверхность суши превращается в развеваемые пески. Кормовые рас-

тения заменяются малоценными видами трав и разреженных кустарников, создаются неблагоприятные условия для выпаса скота. В России процесс опустынивания ярко выражен на так называемых «черных землях» в Калмыкии. Деградированные аридные земли в Астраханской, Волгоградской, Саратовской, Самарской областях и в Республике Татарстан занимают около 50 % территории. Зона степей практически исчезла на равнинных территориях юга России. Главные разрушающие факторы — распашка земель, перевыпас скота, водная эрозия, гидростроительство, населенные пункты и коммуникации.

В настоящее время площадь пустынь на земном шаре достигает 57 млн км<sup>2</sup>, из них 9 млн км<sup>2</sup> представляют собой антропогенные пустыни. Специалисты считают, что в районах, подверженных сильному опустыниванию, проживает около 1/6 населения планеты (рис. 4.20).

Опустынивание развивается вследствие неблагоприятного сочетания природных и социально-экономических факторов. В настоящее время оно происходит в условиях глобального потепления климата и высокой антропогенной нагрузки на территорию в засушливых, полусухих и сухих субгумидных районах.

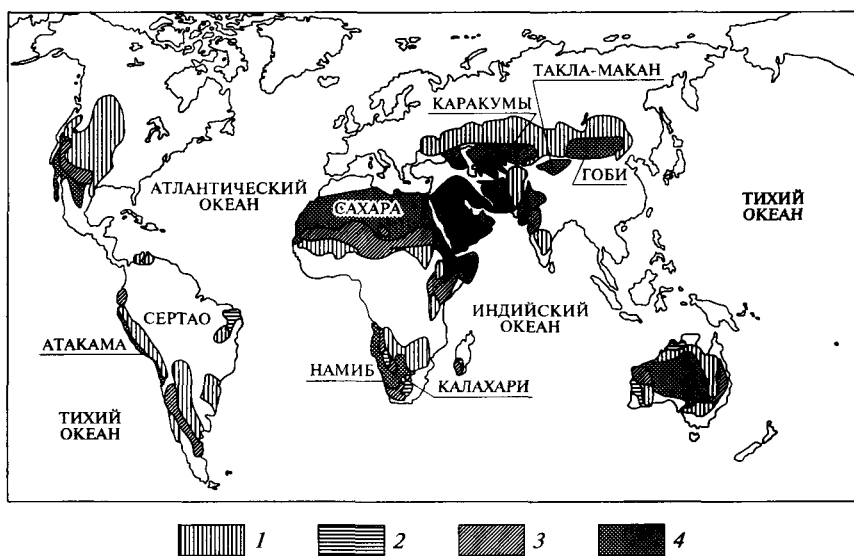


Рис. 4.20. Растущее опустынивание Земли (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997):

1 — затронутые зоны; 2 — опасные зоны; 3 — очень опасные зоны; 4 — существующие пустыни

Проблема борьбы с опустыниванием и засухой была включена в Повестку дня на XXI век, принятую на конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992), т. е. ее решение определено как одна из важнейших задач всего человечества. Среди главных способов борьбы с опустыниванием названа посадка быстрорастущих и засухоустойчивых деревьев и кустарников местных пород, способных удерживать влагу и поддерживать качество почвы. Стратегия социально-экономических преобразований в развивающихся странах, страдающих от опустынивания, должна предусматривать регулирование пастбищного выпаса скота, ограничение подсечно-огневого земледелия, использования древесины на топливо, вспашки целины и практики монокультурности в сельском хозяйстве.

**Вторичное засоление и осолонцевание почв** возникают из-за обильного, обычно многократного промачивания почвы, подъема уровня грунтовых вод и сильного испарения, связанных с избыточным поступлением влаги в почвы в районах орошаемого земледелия. На 1995 г. площади орошаемых сельскохозяйственных угодий составляли в мире около 250 млн га. Засоление земель при орошаемом земледелии наблюдается во всех странах Ближнего и Среднего Востока — от Афганистана до Марокко и Сенегала, а также в Австралии, США и Мексике. Процессам деградации и снижения плодородия почв подверглись орошаемые земли и в аридных зонах России. Так, в Поволжье засолено 350 тыс. га земель, имеется 390 тыс. га земель с солонцовыми комплексами (В. В. Братков, 2006).

В большинстве стран орошение ведется, как и сотни лет назад, без закладки дренажных систем и отвода излишков воды, без контроля водоподачи. Примерно четверть орошаемых площадей мира в той или иной степени засолены, и очень большие территории совершенно выведены из обращения как прошлыми цивилизациями, так и современным хозяйственным использованием. Подсчитано, что увеличение содержания солей в пахотном горизонте всего на 1 % приводит к снижению урожая почти на треть, а на 2 — 3 % — к его гибели. Огромные площади орошаемых земель в мире говорят о масштабах этой проблемы. Профилактические меры предупреждения вторичного засоления включают строго дозированную подачу воды, применение дождевальных установок, вертикальный дренаж.

**Подтопление и заболачивание почв**, вызванные естественными природными условиями и хозяйственной деятельностью человека, развиты в гумидных зонах Земли, где невысокие летние температуры сочетаются с большим количеством осадков и слабым испарением. Особенно подвержены заболачиванию земли, прилежащие к водохранилищам, а также пониженные участки суши,

долины, поймы рек и места сплошной рубки леса. Такие территории необходимо подвергать мелиорации (дренаж, осушение, удобрение, известкование и др.).

**Физическое и химическое загрязнение почв** является существенным фактором деградации земель в эпоху интенсификации сельского хозяйства. Его причины — передозировка минеральных удобрений и ядохимикатов, применяемых на полях, кислотные дожди и загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения (нитратами, тяжелыми металлами, нефтепродуктами, железом, ртутью, радиоактивными элементами и пр.). Мировой ассортимент гербицидов и пестицидов, применяемых для борьбы с сорняками и вредителями сельскохозяйственных культур, насчитывает более 100 препаратов. Эти вещества, попадая из почвы в поверхностные и подземные воды, делают их непригодными для питья, включаются в пищевые цепи (поступают в растения, из них — в организмы животных, а в конечном счете попадают с пищей в организм человека, нарушая многие его физиологические функции).

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно в мире в результате применения пестицидов на полях умирают 20 000 человек и около 1 млн человек получают отравления со значительными последствиями для здоровья. Широко известен пестицид ДДТ, который сохраняется в почве многие десятки лет. Практически запрещенный к использованию во многих странах ДДТ еще в значительных объемах обнаруживается в окружающей среде.

Технологические правила внесения удобрений и использования ядохимикатов обязывают производить строгий учет их объема и пропорций между отдельными видами, соответствия типу почв и выращиваемым культурам. Селекционная работа включает выведение устойчивых к вредителям сельскохозяйственных растений. В долгосрочной перспективе большая часть применяемых на полях химических веществ должна быть заменена биологическими средствами защиты урожая, хотя полностью отказаться от химических средств вряд ли удастся.

Значительным источником загрязнения почв тяжелыми металлами служат грунты, используемые в качестве удобрений на полях, в садах, на клумбах городов, изготовленные из шламов промышленных и канализационных очистных сооружений, содержащие, как правило, кадмий, свинец, ртуть и другие токсичные металлы.

В 200-метровой зоне вдоль крупных автострад количество токсичного для всех живых организмов свинца значительно превышает ПДК, использование растений с этих земельных участков в пищу или на корм скоту абсолютно недопустимо (табл. 4.25).



**Тяжелые металлы в гумусовом горизонте почв Московской области (С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов, 2002)**

Металл	Содержание, мг/кг		
	максимальное	фоновое	ПДК
Стронций	6 000	100	500
Марганец	15 000	540	500
Свинец	15 000	130	10
Цинк	4 000	35	50
Никель	450	52	50
Молибден	1 000	5	2
Кобальт	400	8	5
Ванадий	500	82	100
Хром	1 000	72	50
Олово	1 000	5	5
Медь	1 000	51	20
Висмут	15,0	1,3	5,0
Ртуть	2,50	0,01	0,10
Серебро	30,0	0,1	1,0
Кадмий	100,0	–	0,5
Мышьяк	1 500,0	–	0,1
Сурьма	100	–	10

**Прямые потери земельных ресурсов** происходят при их безвозвратном использовании под строительство городов, дорог, карьеров и рудников, водохранилищ. Растущая численность населения планеты приводит к необходимости расширения площадей для расселения людей и обеспечения их различными услугами. По данным ООН, ежегодно в мире на все эти нужды расходуется около 300 тыс. га пахотных земель.

**Глобальная продовольственная проблема.** На современном этапе социально-экономического развития мирового сообщества важной проблемой является надежное обеспечение населения планеты продуктами питания. Во все исторические времена обострение этой проблемы на континентах создавало серьезную угрозу здоровью и самому существованию людей, а также нормальному функционированию хозяйства. В настоящее время эта

проблема приобрела глобальную значимость по причинам гуманистического характера, связанным с преодолением отсталости бывших колониальных территорий и в силу целостности современного мира.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в мире систематически голодают около 500 млн человек и около 1,5 млрд человек получают неполноценное питание. Их рацион содержит менее 1 000 ккал в день и вызывает в итоге физическую деградацию организма.

В пище жителей многих развивающихся стран мира недостает белков животного происхождения, витамина А, кальция, важных аминокислот (табл. 4.26).

Глобальная продовольственная проблема связывается с наименее развитыми государствами Африки, Азии и Латинской Америки. Согласно документам ФАО, в 1995 г. в мире насчитывалось 88 стран с низкими доходами населения, где не хватает продовольственных ресурсов. Нищета, голод и хроническое недоедание, высокая детская смертность, массовые эпидемии сопровождают жизнь людей в этих странах.

Справедливо возникает вопрос: какой же должна быть оптимальная обеспеченность человека пахотной землей на планете? По имеющимся расчетам при существующей урожайности сельскохозяйственных культур в среднем на каждого жителя Земли требуется 0,4—0,5 га для производства пищи. В начале земледельческой истории площадь пахотнопригодных земель на земном шаре составляла 4,5 млрд га, в настоящее время — всего 2,5 млрд га, из которых ежегодно распахивается менее 1,5 млрд га; осталь-

Таблица 4.26

**Душевое потребление продуктов питания в индустриально развитых и развивающихся странах, 1992 — 1993 гг.**

(Ю. Г. Липец и др., 1999)

Продукты питания	Индустриальные страны	Развивающиеся страны
Белки животного происхождения, г/сутки	59,4	13,2
Жиры животного происхождения, г/сутки	79,0	17,0
Зерно, кг/год	717	247
Молоко, кг/год	320	39
Мясо, кг/год	61	11

ные почвы — с низким естественным плодородием, мало пригодные для земледелия.

При нарастающих ежегодных изъятиях земель на несельскохозяйственные нужды и огромных потерях земельного фонда суши вследствие деградации почв, при значительном приросте населения планеты землеобеспеченность каждого жителя Земли к 2000 г. сократилась до 0,26 га пашни (табл. 4.27).

Проблема продовольствия — одна из острейших в Африке, и это прямое следствие самого высокого абсолютного прироста населения и крайне низкого уровня агропроизводства в большинстве африканских стран.

Для зарубежной Азии характерны самые низкие показатели земле- и пашнеобеспеченности. Если бы не широчайшее развитие ирригации, численность населения этой части света никогда не достигла бы 3,5 млрд человек.

Здесь важно отметить, что человечество на протяжении второй половины XX в. сумело предотвратить обострение глобальной продовольственной проблемы и даже добиться ее смягчения. В 1960 — 80-е гг. в развивающихся странах производство основных продуктов питания опережало по темпам рост населения в среднем на 0,3 % в год. В этот период некоторыми странами была пред-

Таблица 4.27

**Землеобеспеченность и среднегодовая скорость прироста населения в различных частях света за период 1990 — 1996 гг.**  
(С. П. Горшков, 1998)

Часть света	Земельная площадь, млн га	Население, млн чел.	Землеобеспеченность (в том числе пашня), га/чел.	Ежегодный рост населения, %
Африка	2 964	738,7	1,30 (0,26)	2,89
Азия (кроме России)	3 085	3 488,0	0,88 (0,15)	2,42
Южная Америка	1 753	322,3	5,44 (0,37)	1,71
Океания (с Австралией)	849	28,7	29,58 (1,85)	1,45
Северная Америка	2 137	461,2	4,64 (0,60)	1,33
Европа (кроме России)	571	580,7	0,99 (0,27)	0,20
Россия	1 689	148,1	11,41 (0,90)	-0,12
Мир	13 048	5 767,7	2,32 (0,26)	1,53

принята попытка достичь подъема сельского хозяйства путем внедрения достижений научно-технического прогресса. Данный «скачок» в развитии мирового земледелия получил название «*зеленой революции*». Ее сущностью было внедрение во многих развивающихся странах (в первую очередь в Мексике, Индии, Пакистане, Филиппинах) новых высокоурожайных сортов зерновых культур (пшеницы, кукурузы, риса, проса) и интенсивных технологий их выращивания (увеличение использования минеральных и органических удобрений, пестицидов, современной сельскохозяйственной техники, орошения и др.). «Зеленая революция» дала положительные результаты, сняв остроту проблемы в ряде стран. Так, например, урожайность пшеницы в Мексике увеличилась с 8 до 25—35 ц/га, в Индии — с 8 до 15 ц/га. Были выведены высокоурожайные сорта риса, дающие 2—4 урожая в год. Многие успехи были достигнуты за счет увеличения площадей орошаемых земель. Ниже приведены данные о площадях орошаемых земель (млн га) в отдельных странах мира в начале 1990-х гг. (В. П. Максковский, 1993):

Китай.....	44,4	Япония .....	3,3
Индия .....	42,1	Испания .....	3,1
США.....	18,1	Италия .....	2,9
Пакистан .....	16,1	Египет.....	2,6
Россия.....	5,7	Бразилия.....	2,5
Иран .....	5,7	Австралия.....	1,8
Индонезия.....	5,3	Аргентина.....	1,7
Мексика.....	5,1	Ирак.....	1,7
Узбекистан .....	4,1	Болгария.....	1,3
Румыния.....	3,4	ЮАР.....	1,2

Но возможности увеличения пищевых ресурсов планеты в целом не беспредельны. В настоящее время рост применения удобрений вызывает все меньшее приращение урожая. В глобальном масштабе проблема удовлетворения растущих потребностей населения в продовольствии остается довольно острой. Трудно надеяться, что человечество в ближайшем будущем решит эту проблему, если не научится контролировать свою численность, не решит экономических, технических и экологических вопросов модернизации сельского хозяйства. Об этом говорит, например, тот факт, что 20 % мирового населения, живущего в Европе и Северной Америке, потребляет 80 % молока и мяса, производимых на Земле, а 80 % жителей других регионов довольствуются 20 % животными белками.

Причины, масштабы и острота продовольственной проблемы диктуются прежде всего социально-экономическими факторами,

что должно определять и направление поисков выхода из существующего положения, которое во многих случаях имеет давние исторические корни и цивилизационные истоки. Перспектива дальнейшего вовлечения агроресурсного потенциала планеты в сферу сельскохозяйственной деятельности остается предметом дискуссий специалистов и политиков.

На грани тысячелетий необходима смена парадигмы развития мировой цивилизации от потребительского общества к обществу разумного потребления, о чем многократно говорил известный ученый-эколог Н. Н. Моисеев. Он утверждал, что без «смены вех» путь «присваивающей цивилизации» приведет человечество к деградации и исчезновению человека как вида.

#### **4.7. Геоэкологические основы промышленного лесопользования**

**Лесные ресурсы мира и лесное хозяйство.** *Лесопользование* — совокупность форм и методов комплексного использования лесных ресурсов. Оно включает промышленное лесопользование — лесозаготовку, заготовку живицы, других лесных материалов, а также использование леса в научно-исследовательских и рекреационных целях, для охоты, промысла и др.

Ниже рассмотрено *комплексное использование растительности экосистемы леса*, подразумевающее хозяйственное применение не только стволовой древесины, но и лесосечных отходов, а также недревесной продукции леса (Э. А. Арустамов и др., 2002).

Используются следующие виды лесосечных отходов:

— сучья, ветви, вершины, кусковые отходы — для получения технологической щепы, ДСП, в целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности;

— пневый осмол (получаемый выкорчевыванием или взрывным методом) — для производства скипидара, смолы, древесного угля;

— кора (окорка древесины) — для изготовления дубильных веществ и теплоизоляционных плит (лиственница), удобрений, подстилки для скота, компоста, дегтя (береза), мочала (липа), декоративных изделий и поделок (амурский бархат, пробковый дуб), для мульчирования почвы;

— древесная зелень — для получения витаминной муки, клеточного сока, хлорофилло-каротиновой пасты (применяемой в медицине и парфюмерии), хвойного воска, эфирных масел (пихтовое, сосновое, можжевельное, еловое, березовое, лиственничное, тополевое, липовое и др.), биологически активных добавок в косметические и медицинские средства, экстрактов, соков, мазей, корма для гусениц шелкопрядов (лиственные породы).

Хвойная стволовая древесина экспортируется, используется в строительстве, для производства мебели, паркета, шпал, роликовых подшипников и прокладок для сельскохозяйственных машин; лиственная — для производства белой целлюлозы (высококачественная бумага, картон), ДСП, фанеры, спичек, древесного угля, тары, мебели, кормовых дрожжей, глюкозы.

Применяются также следующие виды недревесной продукции леса:

— продукты подсочки деревьев — живица, или смолистый сок (для получения венецианского терпентина, канифоли, скипидара и пр.), сок кленовый и березовый (употребляется в пищу, для изготовления кваса, сиропов, браги, лосьонов и кремов);

— урожай — грибы, ягоды (в том числе их разведение в искусственных насаждениях), дикоплодовые (рябина, ирга, груша, яблоня, алыча, кизил, абрикос), орехоплодные (кедр, фундук, миндаль, лещина, грецкий орех);

— лекарственные растения — ландыш, тысячелистник, зверобой, валериана, кедр, липа, малина, лимонник китайский, элеутерококк, женьшень, облепиха и др.;

— продукты травokoшения — сенокос, сено;

— продукты бортничества и пчеловодства — товарный мед, прополис, пчелиный воск и др.

**Экологическому значению лесных ресурсов** чаще всего справедливо отдают приоритет перед сырьевым. Леса, содержащие 85 % фитомассы суши, оказывают определяющее влияние на состояние биосферы Земли, хотя и занимают в настоящее время лишь около четверти площади суши. Зеленые растения, благодаря фотосинтезу, обеспечивают существование жизни на Земле. Используя энергию солнечного света, растения синтезируют богатые энергией органические вещества из углекислого газа и воды. Ежегодно растения Земли образуют около 177 млрд т органических веществ, потребляя 20—30 млрд т углерода. В результате фотосинтеза выделяется кислород (около 230 млрд т за год), которым дышат все живые организмы. За миллионы лет растения синтезировали огромное количество органических веществ, сохранившихся в виде залежей нефти, природного газа, торфа, сланцев.

Лесной покров играет огромную средообразующую роль, воздействуя на все компоненты биосферы. Участвуя в глобальном биогеохимическом цикле основных элементов биосферы, леса, влияя на газовый баланс и состав атмосферы, концентрацию ее важнейших элементов, прежде всего кислорода, углерода, азота. Лесам принадлежит существенная роль в формировании глобального цикла воды и климата Земли. Участвуя в континентальном круговороте воды, леса регулируют водный и тепловой режим земной поверхности, подземный и поверхностный сток, обеспе-

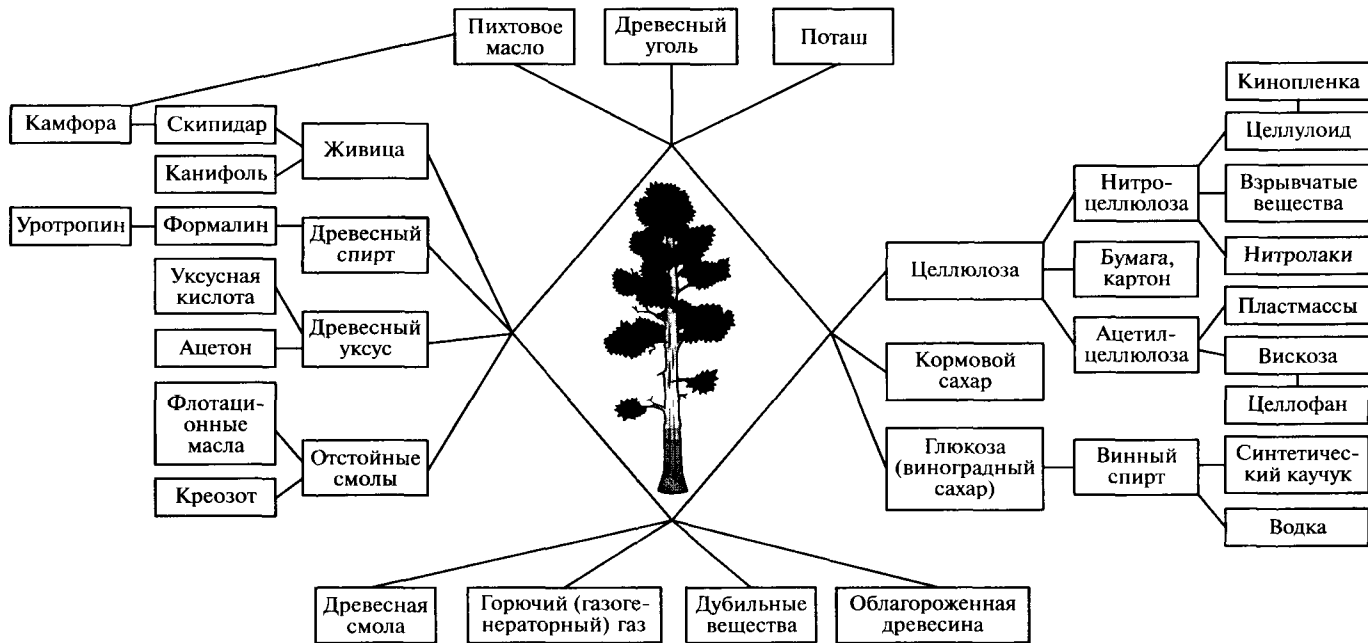


Рис. 4.21. Продукция химической переработки древесины (Н. М. Чернова, 1997)

чивают высокое качество природных вод, формируют и защищают почвенный покров, поддерживая его плодородие, охраняют почву от водной и ветровой эрозии и опустынивания.

В лесу создается свой особый микроклимат. Лес смягчает колебания температуры воздуха и влияет на радиационный баланс. Под его сомкнутыми кронами интенсивность солнечной радиации может составлять всего 1 % от радиации на открытом месте. Поэтому в почвах создается благоприятный температурный режим с более низкими суточными колебаниями температур. Лес увеличивает на 5—11 % относительную влажность воздуха, создает преграду ветровым потокам. Деревья и травы выделяют летучие вещества — фитонциды, убивающие болезнетворные бактерии. Лес благоприятно влияет на здоровье человека.

Леса — важный источник биологического разнообразия суши, в них сохраняется свыше 50 % генетического фонда животных и растений.

Лес — один из важнейших видов возобновляемых природных ресурсов. Кроме того, леса — самая продуктивная растительная формация на земном шаре. Годовой прирост фитомассы влажных тропических лесов составляет 32,5 т/га, субтропических лиственных лесов — 24,5 т/га, широколиственных лесов умеренного пояса — 9—13 т/га, средней и южной тайги — 7—8,5 т/га.

Лесные ресурсы широко используются во многих сферах материального производства. Основное направление использования лесных ресурсов — получение древесины и бумаги, а также технического и лекарственного сырья, пищевых продуктов (мед, плоды, ягоды, грибы, соки), пушнины, многих химических веществ, производимых при переработке древесины, коры, хвои (рис. 4.21). Леса — это строительные материалы, поделочное сырье и топливо; зеленые зоны городов, их «легкие», места отдыха и лечения людей; национальные парки и заповедники, убежища для зверей и птиц.

**Сведение лесов** — одно из проявлений глобальных процессов, происходящих на Земле в результате хозяйственной деятельности человека. С момента возникновения земледелия и скотоводства, т. е. примерно за последние 10 тыс. лет, площадь лесов на планете сократилась вдвое, и в настоящее время они покрывают одну треть суши. Основные лесные массивы земного шара представлены в двух лесорастительных поясах: умеренном и тропическом (рис. 4.22). Лесной растительностью с сомкнутыми кронами покрыто 28 млн км<sup>2</sup> территории, при общей лесной площади мира около 40 млн км<sup>2</sup> (4 млрд га).

Мировые лесные ресурсы — *лесной фонд суши* — характеризуются следующими показателями: лесная площадь, лесистость (отношение площади, покрытой лесом, к общей площади региона) и запас древесины на корню (табл. 4.28).



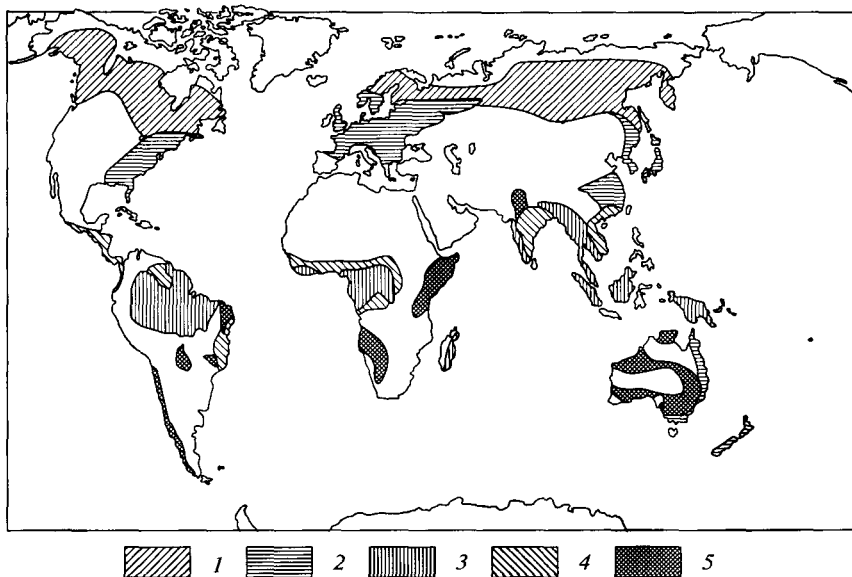


Рис. 4.22. Основные лесорастительные пояса мира  
(Г. И. Воробьев и др., 1984, с изменениями):

1 — хвойные бореальные леса (тайга); 2 — лиственные суббореальные, умеренные и субтропические леса; 3 — экваториальные влажные леса; 4 — сезонно-влажные тропические леса; 5 — редкостойные субаридные тропические леса и кустарники (тропический скрэб)

Наибольшими размерами лесной площади обладают Россия и Бразилия. Площадь лесов в России достигает 7,7 млн км<sup>2</sup>, что составляет 46 % всех внетропических лесов земного шара.

По степени лесистости (%) страны мира можно разделить на три категории (В. П. Максаковский, 1993):

— сильнолесистые — Французская Гвиана (95), Суринам (91), Гайана (85), Мозамбик (84), Габон (81), Малайзия (71), Япония (68), Республика Корея (68), Мьянма (67), Индонезия (65), Эквадор (64), Лаос (60), Финляндия (59), Швеция (54), Венесуэла (53) Перу (51), Канада (50), Конго (50);

— среднелесистые — Ангола (48), Замбия (48), Испания (45), Бразилия (38), Конго (38), Чехия и Словакия (35), США (33), Канада (33), ФРГ (30), Мадагаскар (29), Польша (27), Эфиопия (27), Индия (24), Аргентина (22), Бельгия (20), Австралия (18), Венгрия (15), Дания (12);

— слаболесистые — Монголия (9), Нидерланды (9), Китай (8), Великобритания (8), Иран (7), Израиль (5), Кения (4), Пакистан (3), Сирия (3), Ирак (2), ЮАР (1), Алжир (1), Афганистан (1),

Саудовская Аравия (0,5), Кувейт (0,3), ОАЭ (0,1), Исландия (0,01).

Нетрудно заметить, что сильнолесистые страны располагаются в зонах влажнотропических лесов и лесов умеренного пояса, а слаболесистые — в аридном поясе Земли.

Эксплуатационный запас лесов земного шара составляет 121 млрд м<sup>3</sup>. Наибольший запас древесины — в Южной Америке (30 %). Запасы древесины России составляют 27 % мировых; далее следуют Северная Америка и Азия с Океанией — по 13 %, Африка — 12 %, Европа — 5 %. Среди производителей продукции древесины первое место занимают США (527 млн м<sup>3</sup>), затем, по убывающей, идут Китай, Индия, Бразилия и Россия (250 млн м<sup>3</sup>) (данные на 1987 г.).

Заселение и антропогенное преобразование лесной зоны на земном шаре происходили постепенно. Главной причиной уничтожения лесов была необходимость увеличения площади пашни и пастбищ в связи с ростом численности населения. Потребность в древесине для возведения домов и храмов, строительства кораблей привела почти к полному уничтожению первичных лесов Средиземноморья в раннем средневековье.

Значительная часть добываемой древесины, как в прошлом, так и в настоящее время расходуется на топливо (в современном Китае — 70 %, в Индии — 89 %). Одной из причин уничтожения лесов всегда были лесные пожары, большая часть которых вызвана человеком. Леса уничтожаются при добыче минерального

Таблица 4.28

**Мировые лесные ресурсы (В. П. Максаковский, 1993)**

Регион	Лесистость, %	Лесная площадь		Общий запас древесины, млрд м <sup>3</sup>
		всего, млн га	на душу населения, га	
СНГ	37	810	3,0	86
Европа (кроме стран СНГ)	31	160	0,3	15
Азия (кроме стран СНГ)	17	540	0,2	34
Африка	26	720	1,3	60
Северная Америка	31	680	2,5	60
Латинская Америка	52	930	2,2	90
Австралия и Океания	18	160	6,4	5
Весь мир	30	4 000	0,8	350

сырья, прокладке дорог, создании водохранилищ и других видах хозяйственной деятельности.

Площадь лесов на планете продолжает катастрофически уменьшаться. Процессы обезлесения имеют прямое отношение к глобальной сырьевой проблеме.

Во всех лесах мира ежегодно прирастает 5,5 млрд м<sup>3</sup> древесины, а вырубается более 2 млрд м<sup>3</sup>. Ожидается, что к 2050 г. для десяти миллиардного населения Земли потребуется 7 млрд м<sup>3</sup> древесины, что значительно превысит годовой прирост во всех лесах планеты.

Быстрее всего исчезают наиболее продуктивные влажнотропические леса — со скоростью, в десять раз превышающей их естественное возобновление. При таких темпах промышленного лесопользования эти леса через 10—20 лет могут быть полностью уничтожены. Сравнительно большая площадь сохранившихся лесов умеренного пояса урбанизированных территорий зарубежной Европы (см. табл. 4.28) объясняется значительными объемами лесовосстановительных работ во многих европейских странах в XX в. В результате этих мер уничтоженные первичные леса заменяются вторичными, главным образом хвойными лесами, высаженными человеком, или березово-осиновыми лесами при естественном лесовозобновлении.

Леса почти повсюду на земном шаре включены в сферу хозяйственной деятельности, которая вызывает в них глубокие и многосторонние изменения.

Лесоразработки сказываются на биологическом круговороте веществ. При рубках нарушается баланс питания почв. С удаляемой древесиной, лесной подстилкой и дерниной почва теряет огромное количество азота, фосфора, калия и кальция. Вместе с выкорчеванными пнями уничтожается верхний, наиболее плодородный слой почвы. Раскорчевка вырубков приводит к изменению микрорельефа.

Хронические перерубы расчетной лесосеки, варварские методы рубок резко нарушают термический режим воздушной среды и почвенного покрова. Увеличение освещенности на вырубках отрицательно влияет на подрост. На сплошных вырубках и пожарищах масса осадков, прежде задерживавшихся древесным пологом, проникает в почву. При наличии водонепроницаемого горизонта в почве скапливается большое количество застойной влаги, что ведет к заболачиванию грунта и возникновению сфагновых торфяников. В почве создаются неблагоприятные условия: корни загнивают, падают деревья.

При сплошных рубках меняется видовой и возрастной состав лесов, развиваются одновозрастные и одновидовые древостои, т. е. монокультуры. В таких насаждениях обычно отсутствует кустар-

ник, почва иссушается, развивается эрозия. При недорубках многие оставшиеся деревья усыхают, вываливаются с корнем; другие уродливо разрастаются; образуются завалы; вырубка приходит в антисанитарное состояние.

После рубки леса и вывоза древесины происходит интенсивное разложение опада, остатков, лесной подстилки. Вырубка постепенно зарастает бурьяном, затем корневищными злаками, кустарником. Смена древесных пород влечет за собой изменение всего лесного биогеоценоза, чаще всего в худшую сторону. При сплошных рубках хвойных насаждений в умеренных широтах им на смену приходят главным образом береза и осина, экономическая ценность которых в 2—5 раз меньше, чем хвойных. На вырубках естественное восстановление хвойных лесов с промежуточной стадией лиственных происходит в течение 80—100 лет. Для восстановления кедровых лесов требуется 200—250 лет. Хвойные породы поглощают питательные вещества из почвы в 5—7 раз энергичнее, чем лиственные, поэтому ухудшение почвенно-климатических условий сказывается на возможности их возобновления. Смена пород рассматривается как показатель состояния лесного хозяйства. Чем она более выражена, тем ниже уровень лесного хозяйства.

Бессистемная рубка леса ведет к резкому сокращению животного населения, создаются благоприятные условия для размножения насекомых-вредителей, для заболевания леса.

Выборочные рубки не приводят к таким неблагоприятным изменениям в лесных биоценозах, в которых развиваются смешанные по возрасту и видовому составу древостои, обеспечивающие хорошее естественное возобновление лесов.

**Лесовосстановление** — обязательное мероприятие в промышленном лесопользовании, направленное на возобновление лесных ресурсов, улучшение их состояния и повышение продуктивности. Оно включает посадку семян и саженцев различных пород, выращиваемых в питомниках. Смешанные насаждения лучше используют потенциальные возможности почвогрунтов, обладают повышенной устойчивостью к болезням и вредителям леса. Во многих европейских странах развито плантационное разведение быстрорастущих пород (обычно сосна и тополь), которые уже через 15—20 лет дают полноценное сырье для промышленности. Около 75 % лесов Германии и скандинавских стран представляют собой искусственные насаждения. В европейских странах и США широко применяются также удобрения для повышения продуктивности лесов (их обычно вносят за несколько лет до рубки).

Значительное внимание лесному хозяйству уделяется в Сирии, Ливане, Ираке, Италии. Леса усиленно охраняются от пожаров,

порубов и потравы скотом. Ведутся большие работы по созданию культурных насаждений из различных видов сосны, акации, фруктовых деревьев. Эти мероприятия направлены прежде всего на предотвращение эрозионного смыва почв на горных склонах.

В России разработана и применяется система лесотехнических мероприятий, направленных на улучшение качества леса, включающих осушение заболоченных и избыточноувлажненных территорий, известкование кислых почв, лесовосстановление на вырубках, внедрение быстрорастущих пород, рубки ухода, реконструкцию малоценных лиственных лесов, борьбу с лесными вредителями и болезнями и т. д.

В целях правильного ведения промышленного лесопользования в России леса, расположенные на землях лесного фонда, разделены на защитные, эксплуатационные и резервные. Защитные леса подлежат освоению в целях сохранения их средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных и других полезных функций. К защитным относятся леса на особо охраняемых природных территориях, в водоохраных зонах; леса, выполняющие функции защиты источников водоснабжения, курортов, железных и автомобильных дорог; зеленые зоны, лесопарки, городские леса; государственные защитные лесные полосы, противоэрозионные леса и др.

Эксплуатационные леса подлежат освоению в целях устойчивого, максимально эффективного получения высококачественной древесины и других лесных ресурсов с обеспечением сохранения полезных функций лесов.

К резервным относятся леса, в которых в течение 20 лет не планируется осуществлять заготовку древесины. В них осуществляются авиационные работы по охране и защите лесов (опрыскивание). Использование резервных лесов допускается после их отнесения к эксплуатационным или защитным.

*Хозяйственное использование тропических лесов* так же, как и в умеренном поясе, приводит к сильному изменению естественных экосистем. При сплошных рубках почва лишается опада и заключенных в нем элементов питания. Нарушается биохимический круговорот элементов. Трелевка стволов уничтожает лесную подстилку, снижается водопроницаемость почв, развиваются ускоренный поверхностный сток и эрозия. Вырубка лесов уменьшает транспирацию растений, что приводит к нарушению континентального влагооборота, а, следовательно, — к сокращению водоносности рек, высыханию озер, способствует аридизации климата, быстрому развитию процесса опустынивания.

Другое последствие истребления тропических лесов — рост частоты и мощности наводнений. Особенно часто они случаются в Китае, Индостане, Южной Америке. Вырубка лесов в горах при-

водит к возникновению катастрофических селевых потоков. Бичом сельского хозяйства во всем мире стала эрозия, вызванная рубкой леса.

На смену девственным тропическим лесам экваториального пояса приходят травянистые злаковые сообщества с участием некоторых светолюбивых древесных пород (с фрагментами первичных лесов). В юго-восточной Азии на месте сведенных лесов распространяется бамбук, подавляющий рост всех деревьев на этой территории.

В настоящее время вторичные леса, возникшие на месте уничтоженных человеком, распространены на земном шаре значительно шире, чем первичные. Их экономический потенциал существенно ниже. Лесопосадки в развивающихся странах тропического пояса проводятся недостаточно. Земледельческие площади продолжают расширяться за счет лесов. Например, на Филиппинах в результате применения подсечно-огневой системы земледелия ежегодно уничтожается более 50 тыс. га леса, а лесопосадки составляют всего 12 тыс. га. Влажные тропические леса Бразилии вырублены на значительных территориях, их площадь сокращается на 30 — 35 км<sup>2</sup> в год ради расширения плантаций.

**Деградация лесов и обезлесение — глобальные экологические проблемы.** Сведение лесов, начавшееся на ранней стадии развития человечества, продолжается и в настоящее время. Деревья рубят для использования в качестве топлива, расчистки земель под пашни и пастбища, для получения деловой древесины. Леса уничтожаются во время пожаров, при городском, промышленном и военном строительстве, сооружении водохранилищ, создании хозяйственной инфраструктуры.

Кроме прямого сокращения площади лесов, наблюдаются и другие формы деградации, т. е. антропогенной трансформации лесов. Одна из таких форм — уже упоминавшееся ранее замещение первичных лесов менее ценными вторичными. В России эта форма деградации особенно распространена в европейской части страны, где исходные лиственные леса в значительной степени замещены хвойными (искусственные посадки) и березовыми (естественное возобновление).

Мощным фактором, обуславливающим деградацию лесов, с середины XX в. стало загрязнение атмосферы промышленными выбросами. Огромный ущерб растительному покрову наносят кислотные дожди, сухие и мокрые выпадения на кроны деревьев и лесные почвы. В настоящее время более 40 % лесов зарубежной Европы поражено индустриальными выбросами в атмосферу (в основном оксидов серы и азота).

В России значительные площади лесов вокруг промышленных центров загрязнены воздушными поллютантами. По имеющимся

данным, в 1990-х гг. в стране погибло около 1 300 га леса, из которых 700 га непосредственно от промышленных выбросов. Значительный вклад в поражение российских лесов вносит трансграничный перенос оксидов серы из Западной Европы.

В зонах интенсивного хозяйствования одна из форм деградации лесов — высокая заболеваемость растительного покрова и распространение вредителей лесной растительности. Например, в нарушенных лесных сообществах европейской части России, на Среднем и Южном Урале встречаются участки насаждений, погибших от вредителей и болезней, размером от 100 до 1 000 га.

Таким образом, в настоящее время основная причина сокращения лесных площадей в умеренном поясе земного шара — антропогенная трансформация вследствие загрязнения воздуха, заболеваний лесной растительности, повреждения ее вредителями, а также от растущей рекреационной нагрузки.

Следует отметить, что, несмотря на перечисленные причины деградации лесов, в России сохранился самый крупный лесной массив умеренного пояса земного шара, подавляющую часть которого составляют естественные лесные экосистемы. Эти леса являются национальным достоянием, они вносят существенный вклад в стабилизацию окружающей среды, сохранение экологических ресурсов планеты, устойчивое развитие глобальной экосистемы.

В тропическом поясе Земли происходит обезлесение, связанное с ускоренными темпами и масштабами вырубки лесов.

*Обезлесение* — сокращение площади лесов — продолжается несколько тысячелетий и измеряется внушительными цифрами. В раннем голоцене, 8—9 тыс. лет назад, под лесами было 6,2 млрд га. Сначала были сведены леса на огромных пространствах Северного и Восточного Китая, затем в Индии, позже в Средиземноморье, в Западной, Центральной и Восточной Европе, потом в Северной Америке, частично в Африке и Южной Америке.

После Второй мировой войны резко возрос спрос на твердые прямоствольные сорта древесины. Тогда же были разработаны современные технологии их добычи. Экспорт тропической древесины с 1950 г. увеличился в 16 раз. Демографический взрыв на планете, резко возросшие потребности в продовольствии и новых посевных площадях и пастбищных угодьях привели к существенному обезлесению территорий многих стран (рис. 4.23). Промышленное давление на окружающую среду в этот период было причиной деградации лесов в огромных масштабах.

Согласно данным ФАО, площадь лесов в мире сокращается ежегодно на 11,3 млн га. В период 1990—1995 гг. леса были сведены на площади 65,2 млн га, преимущественно в развивающихся странах мира. В это же время лесопокрытая площадь промышлен-

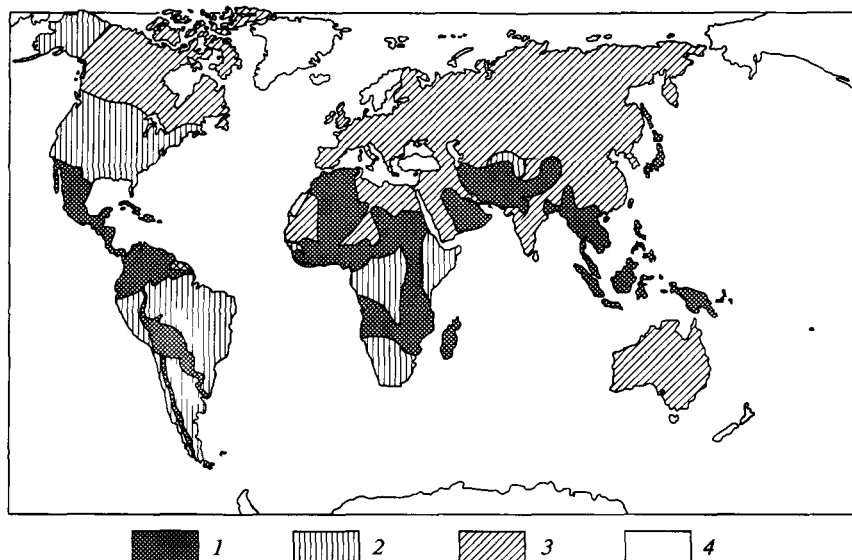


Рис. 4.23. Среднегодовая скорость обезлесения по странам мира за период 1980—1990 гг., % общей площади лесов (Г. Н. Голубев, 1999):  
 1 — более 0,6; 2 — менее 0,6; 3 — площадь лесов стабильна или растет; 4 — нет данных

но развитых стран и стран с переходной экономикой возросла на 8,8 млн га (за счет искусственного лесоразведения). Основная причина обезлесения — растущая потребность быстро увеличивающегося населения планеты (в основном наиболее отсталых развивающихся стран) в земельных площадях и продовольствии.

**В Южной Америке** общая площадь лесных земель стремительно сокращается. Тем не менее, по данным на 1995 г., на материке лесами было покрыто около 50 % сухопутной территории. Бразилия — вторая в мире страна по площади лесов (после России). Влажнотропические леса распространены в бассейне р. Амазонки. На восточных склонах Анд развиты переменновлажные листопадные вечнозеленые леса, к югу переходящие в сухие субтропические леса.

Ведущую роль в расширении антропогенных ландшафтов и сведении лесов экваториальной зоны Бразилии в настоящее время играет строительство дорог. При сооружении трансамазонской автомагистрали длиной более 5 тыс. км были вырублены значительные площади лесов вдоль трассы и дорог, примыкающих перпендикулярно к ней. Другие причины сокращения площади



лесов в странах Южной Америки — освобождение земель под строительство плотин и водохранилищ, добычу минерального сырья и др.

Одной из ведущих причин сведения лесов в других странах экваториального пояса остается отчуждение лесных земель под поля, плантации и пастбища, как крестьянами-переселенцами, так и крупными фермами (в основном животноводческими). Во многих районах тропического пояса основная трудность в сельскохозяйственном освоении территорий — быстрое зарастание расчищенных участков вторичной лесной растительностью. В Амазонии, например, такие поля обрабатываются обычно не более пяти лет, после чего их плодородие падает и поля приходится забрасывать.

В *Африке* из-за широкого распространения аридных территорий леса занимают ограниченные площади (17 % сухопутной территории). Влажнотропические леса распространены в экваториальной зоне — в бассейне р. Конго и на побережье Гвинейского залива. Субтропические сухие леса и редколесья расположены в горах Северной Африки и на юге континента.

Из-за широкого распространения на материке подсечно-огневого земледелия, заготовок древесины на топливо и для промышленного использования обезлесение в Африке идет особенно быстрыми темпами (см. рис. 4.23). В большинстве африканских стран от 70 до 95 % потребностей в топливе удовлетворяются за счет древесины.

При выборочной заготовке и транспортировке древесины ценных пород деревьев, практикуемой в тропических лесах, гибнет значительное количество леса. К общему сокращению лесной площади прибавляется деградация лесов вследствие лесозаготовок.

В *зарубежной Азии* лесные земли составляют 17 % площади территории. Леса сохранились главным образом на полуострове Индокитай (Вьетнам, Лаос, Таиланд, Камбоджа), в соседних государствах (Бангладеш, Мьянма), на Зондских, Филиппинских и Японских островах, значительно меньше — на севере Китая, в КНДР, Индии, Непале, Шри-Ланке. Остальная территория зарубежной Азии практически безлесна, а лесные площади (свыше 300 млн га) используются с максимальной нагрузкой.

Большую экологическую угрозу представляют массовые заготовки древесины как сырья и распашка горных склонов для увеличения площадей обрабатываемых земель, что приводит к сильной эрозии почв. Под поля и плантации крестьяне расчищают относительно молодой вторичный лес, образовавшийся после вырубок в процессе лесозаготовок. Поэтому проблема сохранения лесов как в горах, так и на равнинах в тропической Азии стоит чрезвычайно остро.

В некоторых странах предпринимаются большие усилия, направленные на увеличение лесных площадей. Например, в Китае в 1995 г. под лесом было 133 млн га, тогда как в 1949 г. — всего 50 млн га.

**Австралийский материк** — один из наименее облесенных на Земле. Леса покрывают всего 5,3 % его сухопутной площади. Влажнотропические вечнозеленые леса образуют разрозненные массивы на востоке и севере континента. Наибольшие площади образуют лиственные эвкалиптовые древостои. Причины обезлесения — значительная хозяйственная нагрузка на леса в прошлом и частые пожары, ежегодно уничтожающие лесную растительность. В настоящее время в Австралии ведутся большие работы по лесовосстановлению. Основные массивы лесов Океании находятся в Новой Зеландии, Папуа—Новой Гвинее, на Соломоновых островах. Практически везде на островах Океании лесистость быстро сокращается.

В **Северной Америке** леса умеренного пояса занимают 25 % сухопутной площади континента. Лесистость Канады и США превышает 30 %. Зона тайги, широкой полосой протянувшаяся в Канаде, к югу сменяется зоной смешанных и широколиственных лесов. На западе США, на склонах Кордильер, преобладают густые хвойные леса, обладающие большой биомассой. Леса Канады также отличаются достаточной для эксплуатации продуктивностью.

Сокращение площади лесов умеренного пояса Северной Америки происходило в прошлом в связи с необходимостью расширения сельскохозяйственного производства. В основном этот процесс был остановлен в первой четверти XX в. В настоящее время площадь лесов здесь стабильна или растет в связи с лесовосстановительными работами. Хвойные леса в промышленных районах США и Канады, в частности в районе Великих озер, существенно пострадали от кислотных промышленных выбросов.

На территории **зарубежной Европы** почти нет лесов, которые не были бы затронуты хозяйственной деятельностью. Меньше всего лесов сохранилось на юге Европы; наибольшая лесистость характерна для Фенноскандии и горных массивов Центральной Европы.

Сельскохозяйственная «колонизация» Европы началась с древних государств Средиземноморья и завершилась в конце средних веков, когда были вырублены первичные широколиственные и хвойные леса. Уничтожение лесов в целях расширения посевных площадей и пастбищных угодий (существует мнение, что «козы съели леса Апеннинского полуострова») сопровождалось отводом земель под строительство городов, промышленных объектов, добычу полезных ископаемых, создание водохранилищ, дорог и пр.

Сокращение площади лесов умеренного пояса остановилось в начале XX в. Леса в зарубежной Европе, как ни в одной другой части света, пострадали от деградации, связанной с кислотными осадками. В настоящее время в европейских государствах широко проводится лесовосстановление, организуются высокопродуктивные промышленные лесные плантации.

**На территории России** леса распределены неравномерно. Сплошной пояс хвойных лесов (тайга) от северо-западных границ страны, расширяясь, тянется через всю Россию на восток: сосновые боры, ельники, за Уралом — лиственничники. Широколиственные леса преобладают на Кавказе. Лесистость территории России составляет в целом 45 %.

Многолетняя промышленная эксплуатация лесных ресурсов страны привела к утрате более 50 % фитомассы лесов. Больше всего пострадали верхневолжские, северокавказские и уссурийские леса. Ежегодно до 1 млн га лесов гибнет из-за пожаров, до 2—2,5 млн га лесной площади каждый год высыхает. Около 1 млн га лесных угодий нарушено горными разработками и почти столько же подтоплено из-за создания водохранилищ. Огромные потери сплавляемого по рекам леса происходят в результате утопа древесины на путях сплава, разноса бревен, аварий плотов.

Леса заболевают и погибают из-за едких газовых выбросов промышленных предприятий, от кислотных осадков, что можно видеть вокруг г. Норильска, на Урале, на Кольском полуострове, в Красноярском крае.

Из-за вредителей и болезней, а также высокой рекреационной нагрузки ослабла устойчивость дубрав в лесной и лесостепной зонах центральной части Европейской России. Деградацию дубовых лесов усиливает состояние воздушного бассейна страны. Значительные площади лесов пострадали в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС в 1986 г.

Несмотря на перечисленные негативные явления, на территории России сохраняются огромные массивы ненарушенных лесных экосистем. Они выполняют важнейшие экологические функции в масштабах всей биосферы, являясь крупнейшим в мире северным евразийским центром стабилизации окружающей среды.

**Мероприятия по рационализации лесопользования.** Основной принцип рационального хозяйственного использования лесных ресурсов планеты — поддержание их устойчивого состояния, позволяющего им выполнять важнейшие экологические функции. Как считают специалисты, все хозяйственные проекты, связанные с использованием лесов, должны проходить всестороннюю экономическую, социальную и экологическую оценку. Деградированный вследствие хозяйственной деятельности лес следует и

далее использовать как сырье, тогда как естественный лес необходимо сохранять.

Особенно велик ущерб от сплошных рубок в тропических лесах. Механизированный лесоповал и устройство путей для вывоза деревьев сопровождаются уничтожением большого количества молодой древесной поросли. Примерно на трети площади лесоразработок происходит уничтожение почвенного покрова. Огромное количество тропической древесины (до половины объема) расходуется на топливо.

Необходимо охранять водозащитные тропические леса на водосборах, горные леса, леса с богатым биологическим разнообразием. Необходимо помнить, что один вид ресурса может быть замещен другим, а экосистемная функция тропических лесов незаменима. Эти леса — общее достояние всего человечества.

Мировое лесное хозяйство практически во всех странах ориентировано на использование только части годовой продукции лесов — в виде древесины. Большая часть прироста, представленная листвой, тонкими ветками, корнями, обычно не утилизируется по экономическим и техническим причинам. Хотя и здесь во главу угла должен быть поставлен основной принцип использования природных ресурсов Земли — экономия. Комплексное использование лесной экосистемы (см. ранее) дает возможность получить много видов продукции, не менее ценной, чем сама древесина, например, продовольственной (орехи, плоды, ягоды, грибы), продуктов пушного промысла, лекарственных растений. В настоящее время во многих странах мира развиваются технологии использования товарной древесины с уменьшением потерь древесной массы. Растет производство вторичной бумаги (из отходов).

В России сосредоточено 46 % всех нетропических лесов мира. Экономический спад в стране привел к сокращению объема добываемой древесины. В 1996 г. вырубка леса составила лишь 21 % ежегодного прироста древесины. Правда, во многих районах европейской России она превышает 100 % прироста, т.е. площадь лесов здесь сокращается.

Улучшению состояния лесных насаждений способствуют рубки ухода. Их цель — сокращение сроков выращивания ценных насаждений, улучшение их качества, санитарного состояния, повышение продуктивности.

Осушение переувлажненных лесных земель оказывается эффективным приемом повышения прироста древесины. Однако этот метод применим не для всех заболоченных лесов, в частности, как наблюдалось в Полесье (см. подразд. 4.6), нецелесообразно осушать верховые торфяные болота с сосняками.

Лесной фонд России располагает не только богатыми растительно-сырьевыми ресурсами, но и значительной кормовой базой

для животноводства. Однако земли лесного фонда используются не всегда эффективно из-за разбросанности, удаленности, местами недоступности. Для более полного использования лесных ресурсов в России создаются лесокombинаты. Они устраняют последствия чрезмерных и непродуманных рубок прошлых лет, осуществляют лесоразведение, утилизируют отходы лесозаготовок и лесопиления (опилки, сучья, ветки, хвоя, пни и др.).

Важная мера для сохранения лесных ресурсов — своевременное лесовозобновление. Только треть ежегодно вырубаемых в России лесов восстанавливается естественным путем, остальные требуют посева и посадки деревьев.

Среди мер по охране лесов огромное значение имеют следующие: борьба с лесными пожарами; защита лесов от вредителей и болезней, особенно биологическими методами; нормирование сбора ценных и редких растений, встречающихся в лесах.

Охрана лесных насаждений должна осуществляться также в местах отдыха людей, на территориях рекреационного использования, в зеленых пригородных зонах городов и промышленных центров, а также в заповедниках, национальных природных парках.

### **Вопросы для контроля**

1. Назовите виды загрязнений окружающей среды.
2. Как урбанизация влияет на состояние биосферы?
3. Что такое замкнутый цикл производства?
4. Какие требования по сохранению качества окружающей среды предъявляются к горно-добывающей промышленности?
5. Существуют ли экологически чистые источники энергии?
6. Чем различаются понятия «водопотребление» и «водопользование»?
7. Расскажите о геоэкологических последствиях крупного гидротехнического строительства на реках.
8. Что такое качественное истощение водных ресурсов суши?
9. Перечислите способы очистки сточных вод.
10. Какое воздействие на окружающую среду оказывают различные виды транспорта?
11. Что входит в понятие «деградация почв» и каковы ее причины?
12. Что такое рекультивация земель?
13. Что такое опустынивание?
14. Какова роль «зеленой революции» в решении продовольственной проблемы?
15. Каковы масштабы обезлесения земного шара?
16. Какие мероприятия применяются для лесовосстановления?

# Проблемы рекреационного природопользования

### 5.1. Рекреационные ресурсы и территории

*Природно-рекреационные ресурсы* — объекты и явления природы, которые можно использовать в целях отдыха, туризма и лечения.

Рекреационная деятельность людей, включающая оздоровительный отдых и туризм, занятия спортом, выезд на дачи и садоводческие участки, приобретает все большее значение. Идет процесс формирования новой отрасли хозяйства, которая опирается на определенное сочетание природных и антропогенных факторов. В наиболее развитых странах территории, используемые для рекреационных целей, занимают по площади третье место после сельскохозяйственных и лесных земель. Быстрое развитие туризма делает перспективным этот вид использования земель почти во всех странах мира. В ряде мест возникли особые культурные ландшафты — курортные земли, лесопарки, пляжи, для которых рекреационное использование является основным.

Под *рекреационной хозяйственной деятельностью* понимают организацию целенаправленного проведения свободного времени людей в оздоровительном, познавательном, спортивном и культурно-развлекательном направлениях на специализированных территориях, вне места постоянного жительства людей.

К *рекреационным территориям* относят рекреационные леса (зоны парков и лесопарков, зеленые зоны вокруг городов, соответствующим образом благоустроенные), рекреационные участки лесов в национальных и природных парках и в ландшафтных заказниках; достопримечательные памятники природы с охраняемыми ландшафтами (озеро, роща редких деревьев и пр.) или отдельные охраняемые природные объекты (водопад, пещера и т.д.).

Традиционно к рекреационным территориям с организованной инфраструктурой для отдыха, лечения или туризма относят горные курорты (например, Альпы, которые ежегодно посещают до 40 млн

туристов и горнолыжников), территории с лечебными водами и источниками, морские побережья, обладающие целым комплексом лечебных факторов, таких, как морской воздух, целебная вода, прибрежные и морские ландшафты, благоприятный климат (например, всемирно известный Лазурный берег Средиземного моря, протянувшийся на 180 км, с морскими курортами Ницца, Канны и др.).

Природно-рекреационные ресурсы можно подразделять на климатические, водные, гидроминеральные, лесные, горные. В рекреационном природопользовании в качестве ресурсов может выступать красота ландшафта, экзотичность природы, пейзажное разнообразие местности — все факторы, способные оказывать благоприятное воздействие на здоровье и самочувствие людей, способствующие душевному комфорту отдыхающих.

Природно-рекреационные ресурсы обладают существенным свойством — они практически неисчерпаемы.

Однако пути оптимизации рекреационного природопользования должны предусматривать расчет допустимых нагрузок на зоны отдыха, которые гарантировали бы сохранность качества природных комплексов, обеспечивали возможность их самовосстановления.

Иногда рекреационные ресурсы понимают в более широком смысле, относя к ним, наряду с природными компонентами, территории с культурно-историческими достопримечательностями (памятники истории, археологии, архитектуры, искусства). Примером могут служить пригородные художественные ансамбли Санкт-Петербурга (в Петергофе, Павловске, Царском Селе).

Как правило, рекреационное природопользование ориентируется не на один, а на несколько видов ресурсов.

Выделяют следующие типы рекреационного использования территорий:

- санаторно-курортное (климато-, бальнео-, грязелечение);
- оздоровительное (прогулочное, купально-пляжное);
- спортивное (спортивный туризм, альпинизм, охота, рыболовство);
- познавательный туризм (экскурсии по историческим местам, круизы в другие страны с изучением памятников искусства и архитектуры);
- садово-дачная деятельность и отдых.

Проблемами рекреационных ресурсов занимается рекреационная география, которая изучает географические закономерности территориальной организации деятельности человека вне рабочего времени (количество и направление потоков отдыхающих, их воздействие на территории, прогноз численности туристов в разных регионах и т. д.).

## 5.2. Рациональная организация пространства для рекреационных целей

Массовый отдых в рекреационных зонах сопровождается сильным антропогенным воздействием на природное окружение. Главную роль в оздоровлении людей играют леса. Рост рекреационной нагрузки на леса опережает меры по ее регулированию. Поэтому наблюдается деградация насаждений и ослабление выполняемых ими функций. Прогулки людей в лесу, расчистка площадок для игр, разведение костров, вытаптывание лесных почв ведут к существенному ослаблению в лесах биологического круговорота. Угнетение древостоя происходит из-за механического повреждения стволов и корней деревьев, а главное — из-за ухудшения свойств почв, частичного или полного уничтожения лесной подстилки, уменьшения мощности гумусового горизонта и запасов влаги, увеличения глубины промерзания, снижения скорости инфильтрации дождевых и талых вод и др. Значительное развитие получают процессы эрозии почв (плоскостной и линейной, включая овражную).

Неконтролируемое рекреационное использование лесов и других типов ландшафтов приводит к трансформации растительного покрова (в первую очередь исчезают наиболее уязвимые виды), изменению свойств и микрофлоры почв. Увеличивается пожароопасность. Загородный отдых в прибрежных зонах обычно приводит к загрязнению водоемов и их берегов.

Ужесточение требований к охране окружающей среды ставит задачи организации территорий для рекреационных целей. Они включают выбор площадок, выделение санитарных зон, нахождение оптимальных размеров поселений для рекреантов, создание гибких транспортных систем и др. Для их решения необходимо учитывать многие социально-экономические проблемы.

Деятельность по развитию рекреационного природопользования должна быть направлена на поддержание устойчивости природных экосистем. Необходимо нормировать рекреационную нагрузку на территории, соответствующим образом их обустроить. Например, в задачу организации рекреационных территорий в прибрежных зонах входит рассредоточение в пространстве большого числа отдыхающих. Создание глубинных зон отдыха и туризма, удаленных на расстояния до 50 км от прибрежных рекреационных центров, способствует снижению антропогенного воздействия на природные ландшафты.

Чтобы спасти пригородные леса от стихийного рекреационного воздействия, необходимо провести зонирование территорий в зависимости от посещаемости; иногда проложить специальные



маршруты — туристические тропы, дорожки с покрытием. Максимальная концентрация отдыхающих на специально отведенных местах уменьшит нагрузку на остальную территорию. Следует выделить и запретить для посещения участки леса, на которых проводится восстановление. Предельно допустимая норма ежедневного посещения в ельниках — 15 чел./га, в сосняках — 7 чел./га, а в березняках с густым травяным покровом — 20—30 чел./га. Эти нагрузки допустимы в течение 5—7 лет, после чего лесу необходим отдых от посетителей.

Переход от экстенсивных форм рекреационного природопользования к интенсивным становится особенно необходимым при увеличении рекреационных запросов. Требуется изучение ресурсного потенциала территории, его предельных возможностей, допустимых нагрузок на рекреационные ресурсы. Задача совершенствования управления территориями рекреационного лесопользования чрезвычайно актуальна в настоящее время в связи с огромным антропогенным давлением на лесные экосистемы и необходимостью поддержания способности лесов выполнять их биосферные функции.

Для сохранения неповторимых природных комплексов существует практика организации национальных парков (первый был создан в США в 1872 г. — Йеллоустонский). В России 35 национальных парков (в том числе Лосиный остров, расположенный в черте Москвы) общей площадью 6,9 млн га (0,41 % территории России), в которых задачи сохранения природных ландшафтов совмещаются с рекреационным и в ряде случаев сельскохозяйственным природопользованием.

Возобновление многих природных ресурсов Земли в значительной мере зависит от состояния лесных экосистем суши, так как в девственных лесах сохраняется биоразнообразие планеты. Рекреационное природопользование должно руководствоваться этими требованиями.

### **Вопросы для контроля**

1. Что такое рекреационные ресурсы?
2. Какое влияние на окружающую среду оказывают различные виды рекреационного природопользования?

# Использование и охрана ресурсов дикой фауны и флоры с позиций сохранения биологического разнообразия планеты

## 6.1. Сокращение биологических ресурсов планеты

Среди природных ресурсов, используемых человеком в его хозяйственной деятельности, значительная роль принадлежит биологическим ресурсам, прежде всего растительным и животным.

Человек появился на Земле примерно 3 млн лет назад. Однако наибольший интерес в связи с рассматриваемыми проблемами представляют последние 20 тыс. лет. Чтобы прокормиться, первобытному человеку-собирателю нужно было иметь кормовую территорию размером более 500 га. На первой стадии охотничье-собирательского хозяйства человек полностью зависел от природных источников пищи. В конце палеолита человек истребил многие виды животных, в неолите начал истреблять леса и засевать освобожденные участки, превращая их в земледельческие плантации. Хозяйственная деятельность человека, связанная с использованием растительности, уже на этом этапе привела к обеднению доступных ему ресурсов промысла. Использование огня и выжигание лесной растительности имели в перспективе глобальное значение не только для людей, но и для окружающей среды (см. табл. 3.1).

За время существования цивилизации площадь лесов на планете уменьшилась вдвое. В настоящее время происходит резкое **сокращение площадей тропических лесов** — самых продуктивных растительных сообществ Земли, отличающихся наибольшим видовым разнообразием и сосредоточивающих до 40 % всего органического вещества фитомассы биосферы. По данным ФАО, ежегодно вырубается или выжигаются тропические леса на площади около 114 тыс. км<sup>2</sup>.

Уничтожение лесов (промышленное лесопользование, вырубка на топливо, лесные пожары, болезни, вредители, загрязнение атмосферы) сказывается на устойчивости биоты и всей окружающей среды. Структура естественных сообществ в настоящее время

нарушена во всех регионах планеты. Средообразующие функции лесного покрова Земли (преобразование газового состава атмосферы, поглощение углекислого газа, участие в круговоротах энергии, воды, глобальных биохимических циклах биогенных элементов) оказываются нарушенными. Сведение лесов человеком привело к заметным изменениям климата, водного баланса Земли на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Все больше проявляется еще одно последствие антропогенного уничтожения растительного покрова — *сокращение биологического многообразия* растительного и животного мира, обеднение генетического фонда суши (совокупности всех форм жизни, населяющих планету). Важно напомнить, что биологические ресурсы являются возобновляемыми количественно (за счет размножения и роста живых организмов), но не качественно, так как однажды утраченный вид не восстанавливается. *Генетические ресурсы* — объем наследственной информации, заключенной в живых организмах, — нуждаются в особой охране, так как не подлежат восстановлению.

Согласно существующим определениям, *биоразнообразие* — это все разнообразие живущих организмов и систем, частью которых они являются (В. И. Данилов-Данильян, 1994).

Фиторазнообразие играет фундаментальную роль в глобальной экосистеме Земли, предопределяя биоразнообразие экосистем суши. Вышние растения (общее число видов в мире — до 400 000, доминируют с точки зрения биопродуктивности и биоразнообразия. Необходимость сочетания промышленного и рекреационного лесопользования и защиты лесов с учетом их биосферных функций и генетического многообразия — важная задача для нынешнего поколения людей.

Происходящее повсюду на Земле преобразование и уничтожение в хозяйственных целях исходных коренных экосистем, создание новых, обедненных и неустойчивых антропогенных ландшафтов, прямое изъятие из природной среды видов растений и животных, химическое и радиационное загрязнение экосистем, биологическое загрязнение флоры и фауны вследствие акклиматизации чуждых форм растений и животных, неконтролируемая рекреация, — все эти факторы в конечном счете подрывают природную основу существования человечества, диктуя необходимость незамедлительных ответных действий на международном уровне по спасению всего живого на Земле.

Разрушение лесных экосистем и высокий уровень потребления первичной биологической продукции, превышающий допустимый предел, приводят к сокращению и вытеснению многих популяций животных, у которых человек отнимает пищу, а также видов, экологические ниши которых разрушены в результате антропогенной

деформации естественных сообществ организмов. Это основные причины исчезновения видов на Земле. Девственные влажнотропические леса и их громадный генофонд — невозобновляемые природные ресурсы.

Животный мир, как и растительный, — часть живого вещества биосферы, компонент окружающей человека природной среды. Подобно растениям, животные выполняют средообразующие функции в глобальной экосистеме, поддерживая ее целостность через круговороты веществ. Как и растительный покров, животные имеют для человека ресурсное значение.

Человек всегда жил в тесном соседстве с животными. Использование огня и оружия привело человечество к первому антропогенному экологическому кризису, причиной которого стало истребление охотниками крупных млекопитающих — мамонтов, шерстистых носорогов, бизонов (рис. 6.1). Этот кризис вынудил человечество перейти от собирательства и охоты к производящему типу хозяйства — земледелию и животноводству (см. рис. 3.1).

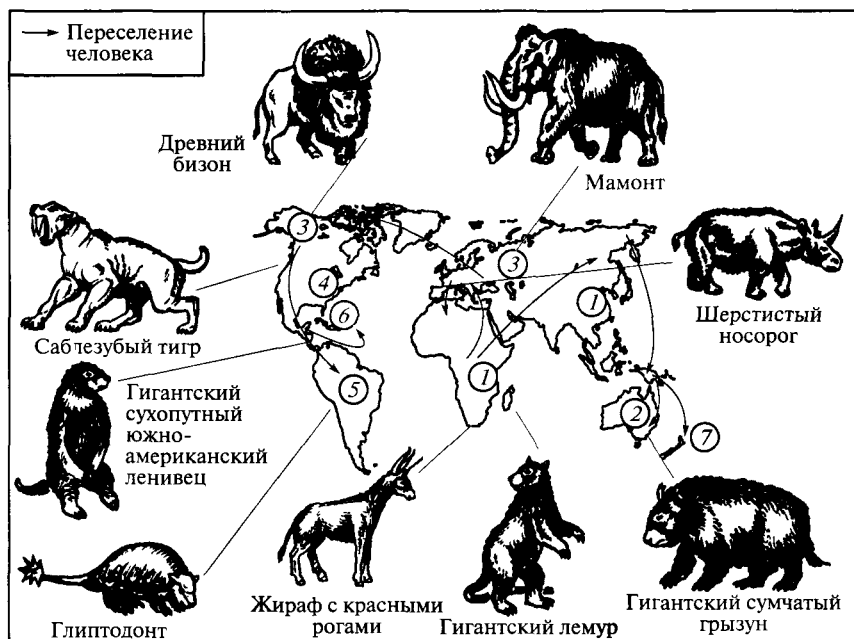


Рис. 6.1. Истребление крупных животных человеком, основные периоды, лет назад (Н. Ф. Винокурова и др., 1998):

1 — от 40 000 до современности; 2 — 20 000—13 000; 3 — 13 000—11 000; 4 — 11 000—10 500; 5 — 10 500—8 000; 6 — 8 000—2 000; 7 — 2 000—400

Из древней охоты как средства для получения необходимых продуктов питания и одежды с развитием техники и цивилизации постепенно сформировались два основных направления: промысел и спортивная охота. Под воздействием хозяйственной деятельности человека животный мир планеты начал быстро изменяться как количественно, так и качественно. Происходило сокращение численности одних видов и вымирание других вследствие как непосредственного истребления животных, так и изменения условий существования. За последние 2 тыс. лет на земном шаре вымерло 106 видов и подвидов млекопитающих, 94 вида птиц, 187 видов являющихся исчезающими (рис. 6.2).

По разным оценкам исследователей, в настоящее время на земном шаре обитает от 5 до 13—14 млн видов животных и растений. Видов животных гораздо больше, чем видов растений, грибов, бактерий и вирусов вместе взятых. Только 3 % видов животных — позвоночные, остальные 97 % — беспозвоночные, среди которых почти половина — насекомые.

По мнению специалистов, под угрозой исчезновения находятся более 30 000 видов животных и растений. Например, практически исчезли естественные водно-болотные экосистемы в поймах рек в центральных и южных областях европейской части России. В результате перестройки человеком всей системы питающих их

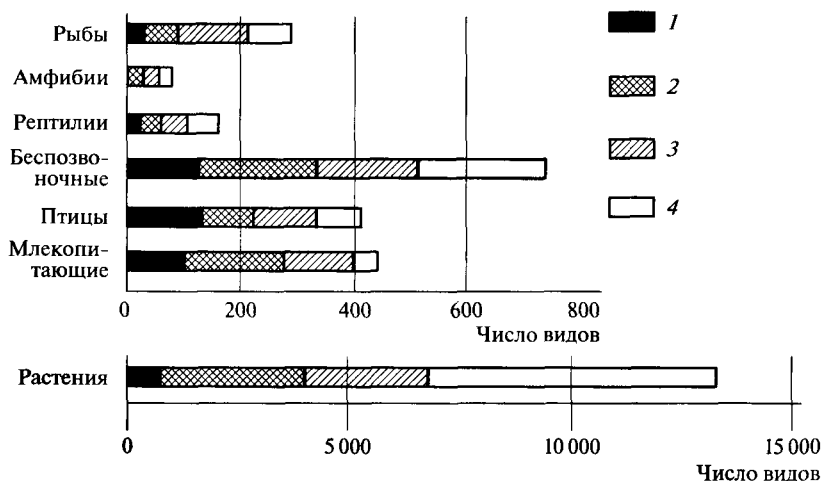


Рис. 6.2. Количество видов, уничтоженных в результате техногенеза, а также находящихся под угрозой исчезновения (С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий, 1997):

1 — вымершие (после 1600 г.); 2 — находящиеся под угрозой вымирания; 3 — нуждающиеся в защите; 4 — редкие

## Аккумуляция металлов организмами (В. В. Братков, 2006)

Организмы	Концентрация, мкг/кг			
	As	Cd	Hg	Pb
Моллюски	—	30	30	4
Морские растения	30	0,4	0,03	8
Морские рыбы	11	5	102	10
Ракообразные	100	6	2	—
Пресноводные рыбы	40	20	17	—

протоков они лишились ежегодного промывания тальми водами, что вызвало зарастание и исчезновение пойменных озер-старниц; изуродованные перевыпасом и бесхозяйственностью богатейшие некогда пойменные луга утратили высокую биологическую продуктивность.

Вымирание видов имеет биологическую основу и составляет часть эволюционного процесса. Естественные причины вымирания — изменения условий обитания, вызванные климатическими факторами, гибельная конкуренция с другими видами, утрата биотопа и др. Хозяйственная деятельность человека (сверхэксплуатация биоресурсов, истребление видов, интродукция экзотических видов, преобразование естественных ландшафтов) особенно губительно сказывается на изменении видового многообразия живых организмов.

В настоящее время основными причинами исчезновения видов стали потеря территорий существования и загрязнение среды обитания. В организмах некоторых животных накапливаются металлы в концентрациях, значительно более высоких, чем в окружающей среде (табл. 6.1). Использование таких животных в пищу человеком может вызвать у него различные заболевания. Особенно опасны для здоровья людей и животных большие концентрации в тканях живых организмов радиоактивных изотопов, попавших в биосферу в результате деятельности человека.

Наряду с вымиранием происходит и другой процесс — **синантропизация**, т. е. приспособление многих животных к проживанию рядом с человеком в условиях антропогенных ландшафтов (сороки, вороны, крысы, тараканы и др.). К пищевым отбросам человека в некоторых местах приспособились чайки, лисы и даже белые медведи. Изменились пути миграции ряда перелетных птиц.

В противоположность синантропным организмам многие виды животных не выдерживают изменения условий среды. Ареалы их

обитания постепенно сокращаются до полного исчезновения. В конечном счете, это существенно подрывает устойчивость глобальной экосистемы Земли, влияет на благополучие человеческого рода.

## **6.2. Пути сохранения биоразнообразия Земли**

Сокращение биологического разнообразия суши — одна из важнейших глобальных экологических проблем. Человек оказывает воздействие на все факторы биологического многообразия: пространственно-временную разнородность природных условий, изменчивость природных компонентов, структуру экосистем и их устойчивость.

Неуправляемая хозяйственная деятельность способствует созданию более однородных условий и структур: монокультуры на полях и в составе вторичных лесных насаждений, выравнивание рельефа на урбанизированных территориях, акклиматизация чужеродных видов, вытесняющих местные. Антропогенная деятельность существенно сказывается на ускорении многих естественных процессов (эрозия, опустынивание и др.), влияющих на состояние биоты.

Нарушение структуры и функций природных экосистем в современном мире напрямую связано с их использованием в качестве сырьевых и в определенной степени — рекреационных ресурсов. Поэтому проблема сохранения биологического многообразия в значительной мере затрагивает социально-экономические потребности общества. Особенно большие противоречия наблюдаются в экономически слабо развитых государствах.

Генетическое разнообразие необходимо сохранять по следующим причинам:

- все биологические виды на Земле имеют право на существование;
- разнообразие — основа эволюции жизненных форм, главное условие устойчивости жизни на Земле;
- дикая живая природа — источник селекции домашних растений и животных;
- разнообразные живые организмы — источник лекарственных препаратов для человека (до 40 % лекарств содержат естественные биологические компоненты);
- естественные экосистемы обеспечивают поддержание потребительского использования видов для удовлетворения разнообразных потребностей общества (в продовольствии, топливе, древесине);
- компоненты биоразнообразия используются для рекреационных целей, научных исследований;

– необходимо сохранить компоненты биоразнообразия для будущих поколений.

Из многочисленных путей и методов сохранения и восстановления биоразнообразия прежде всего можно назвать следующие (А. Т. Никитин, 2000):

– охрана экосистем, редких и находящихся под угрозой исчезновения растений и животных, в том числе в заповедниках;

– организация строгой охраны диких растений и животных, прекращение произвольной эксплуатации их ресурсов, борьба с браконьерством;

– занесение редких форм растений и животных в Красные книги различного ранга и восстановление их численности по индивидуальным программам, содержащимся в этих документах;

– целевые программы реставрации нарушенных или малопродуктивных ландшафтов и их частей;

– объявление временных запретов на эксплуатацию тех или иных природных объектов, обнаруживающих тенденции к спаду численности, потере промысловой плотности населяющих их видов;

– проведение биотехнических мероприятий в охотничьем и рыбном хозяйстве, охрана диких животных от стихийных бедствий, улучшение условий их обитания, восстановление и повышение биологической продуктивности угодий;

– обогащение флоры и фауны отдельных регионов путем восстановления присущих этим регионам и утраченных вследствие антропогенных воздействий форм растений и животных (категорически исключается акклиматизация новых, чуждых видов);

– ликвидация или уменьшение объема биологических загрязнений, восстановление исходных региональных особенностей фауны и флоры;

– борьба с незаконным экспортом и импортом редких организмов в рамках Конвенции «О международной торговле дикими видами фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения» (СИТЕС) 1973 г.;

– консервация геномов, создание генетических банков и их использование при появлении (восстановлении) благоприятных природных условий.

Наиболее эффективный способ защиты биоразнообразия планеты — создание охраняемых территорий, т. е. защита мест обитания живых организмов.

В соответствии с классификацией Всемирного союза охраны природы, принятой в 1994 г., выделяется шесть категорий и две подкатегории охраняемых территорий:

I. Строго охраняемые территории:

Ia — строгий природный резерват (строгая охрана в сочетании с изучением территории);



Ib — территория дикой природы (строгая охрана практически без посещения территории).

II. Национальный парк (сохранение экосистем при публичном доступе на отдельные участки в рекреационных целях).

III. Памятник природы (сохранение отдельных природных объектов).

IV. Территория управления видами или местообитаниями (сохранение экосистем или отдельных видов посредством активного управления).

V. Охраняемый ландшафт или морская акватория (поддержание ландшафтов и морских акваторий, измененных вследствие продолжительного антропогенного воздействия и неспособных сохранять свои качества, включая биоразнообразие, без участия человека).

VI. Управляемая ресурсная территория (сохранение биоразнообразия в сочетании с устойчивым использованием природных ресурсов).

В России категории I соответствуют заповедники.

*Заповедники* — эталоны естественной природы, типичные или редкие ландшафты, места сохранения генетического фонда растений и животных, территории, полностью и навечно изъяты из хозяйственного использования для сохранения природы в ненарушенном состоянии.

В России к началу 2008 г. был 101 государственный природный заповедник общей площадью 33,8 млн га (1,65 % территории страны). Наиболее известные — Баргузинский, Астраханский, Дарвинский, Ильменский, Кедровая Падь и др. (см. Прил. 1).

*Биосферные заповедники* (биосферные резерваты ЮНЕСКО) создаются в целях сохранения биоразнообразия живой природы и представляют собой эталоны биосферы, где осуществляется постоянное слежение за антропогенными изменениями природной среды по международной научной программе «Человек и биосфера». Включают собственно заповедник (ядро) и буферную зону хозяйственного использования и слежения за изменением природных компонентов. В России 31 природный биосферный заповедник.

*Национальные парки* — особо охраняемые природные комплексы, представляющие генетическую, историческую и эстетическую ценность, используемые в научных, рекреационных, эколого-просветительских и культурных целях; среда обитания диких животных и растений; используются в целях организации отдыха, туризма, экскурсий, просвещения населения. Многообразие задач национальных парков предопределяет необходимость функционального разделения их территорий на следующие зоны: заповедную; особо охраняемую; познавательного туризма; ре-

креационную; охраны историко-культурных объектов; обслуживания посетителей; хозяйственного назначения. По состоянию на 31 декабря 2008 г. в России существует 40 национальных парков, наиболее известные из них — Лосиный остров, Приэльбрусский, Сочинский, Забайкальский, Валдайский и др.

*Памятники (достопримечательности) природы* (озера, пещеры, водопады, места произрастания уникальных видов растений, эталонные участки нетронутой природы и др.) — территории, на которых запрещена любая хозяйственная деятельность, способная причинить вред охраняемому объекту или окружающей его природной среде. Более 1 340 памятников природы числится в списке особо охраняемых природных объектов России. В Московской области взято под охрану 19 памятников природы (ботанических, зоологических, комплексных, гидрологических), в частности Радонежский лес, озера Глубокое и Тростенское, долина р. Уницы; дубы в усадьбе Коломенское в г. Москве, сохранившиеся со времен Ивана Грозного, и др.

Категории IV в России соответствует *природный государственный заказник* — территория (акватория), имеющая особое значение для сохранения или восстановления природных комплексов или их компонентов и поддержания экологического баланса. На территории заказника могут быть разрешены отдельные виды хозяйственной деятельности.

В России 69 природных заказников федерального значения и более 2 430 — регионального.

Федеральным законом «Об особо охраняемых природных территориях» от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ наряду с заповедниками, национальными парками и заказниками предусмотрены также природные парки (охраняемые природные территории регионального значения, которые включают природные комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность, и предназначены для использования в природоохранных, просветительских и рекреационных целях); дендрологические парки и ботанические сады; лечебно-оздоровительные местности и курорты (табл. 6.2).

Несмотря на проводимую в России работу по созданию новых и увеличению площадей действующих заповедников и других охраняемых природных территорий, их явно недостаточно для сохранения эталонных участков природы и генетического разнообразия животных и растений (рис. 6.3). По состоянию на 31 декабря 2006 г. общее число особо охраняемых природных территорий федерального, регионального и местного значения Российской Федерации составляло 13 628, их общая площадь с морской акваторией — 210,1 млн га, в том числе площадь суши — 200,3 млн га, что составляет 11,7 % территории России.

**Курортные и лечебно-оздоровительные зоны**  
(В. Ф. Протасов, 2001)

Экономический район	Число курортов	Лечебный профиль
Северо-Кавказский	52	Б, К, Г
Восточно-Сибирский	23	Б, К, Г
Уральский	16	Б, К, Г
Северо-Западный	13	Б, К
Западно-Сибирский	10	Б, К, Г
Поволжский	10	Б, К, Г
Центральный	9	Б, К
Дальневосточный	8	Б, К
Волго-Вятский	5	Б
Северный	3	Б
Центрально-Черноземный	1	Б

Примечание: Б — бальнеологический, К — климатологический, Г — грязелечебный.

В мире по данным на 1994 г. было 9 793 охраняемых природных территорий (категорий I—V), занимающих 9,6 млн км<sup>2</sup>, или 7,1 % общей площади суши (без ледников). Расширение площадей охраняемых природных территорий Земли примерно до 10 % площади суши способствовало бы не только охране биоразнообразия планеты, но и повышению устойчивости глобальной экосистемы в целом.

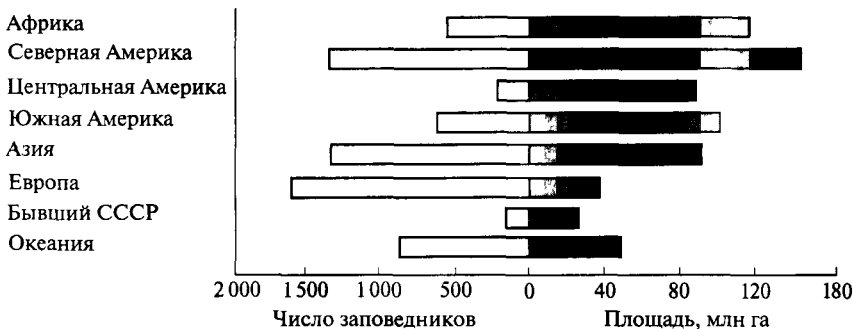


Рис. 6.3. Заповедники регионов Земли (В. Ф. Протасов, 2001)

Одна из стратегий защиты биологического разнообразия — охрана отдельных видов или популяций. На уровне государств принимаются законы, регулирующие вопросы охраны наиболее редких и ценных видов (например, белый медведь, носорог, уссурийский тигр, киты), регулируется охота на них и торговля ими (в том числе международная).

Выпускаются *Красные книги* (международная и по странам), содержащие списки видов животных и растений, находящихся под угрозой исчезновения. По состоянию на 31 декабря 2008 г. в Красную книгу Российской Федерации включены 414 видов животных, из них 155 видов беспозвоночных, 3 — круглоротых, 39 — рыб, 8 — амфибий, 21 — рептилий, 123 — птиц и 65 видов млекопитающих, 676 видов (подвидов) растений и грибов, 30 видов морских и 5 видов пресноводных водорослей. В 71 субъекте Российской Федерации изданы Красные книги.

Охрана биоразнообразия на уровне видов — дорогой и трудоемкий процесс, не способный обеспечить охрану всего богатства жизни на Земле. По-видимому, решение этой задачи лежит в области создания охраняемых территорий, управления состоянием природных экосистем.

Стратегия расширения числа и площади охраняемых территорий находится в противоречии с использованием земель для других целей, особенно учитывая быстро растущее население мира. Поэтому важно решать многие вопросы на международном уровне. В странах со слаборазвитой экономикой природоохранные мероприятия осуществляются только международными и зарубежными инвесторами.

Международные соглашения являются эффективным инструментом защиты биологического разнообразия и охраны биологических ресурсов. Среди принятых международным сообществом соглашений можно назвать конвенции об охране мигрирующих видов диких животных, защите китов, охране водно-болотных угодий и многие другие (см. прил. 2).

В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была принята Международная конвенция по охране биологического разнообразия. В ней сформулировано требование к участникам Конвенции (150 государств мира) разработать и осуществлять стратегию разумного использования и охраны биологического богатства Земли. Среди рекомендуемых мероприятий — стабилизация генофонда с помощью восстановления исчезающих видов, консервация генетического материала, нормирование хозяйственного использования, охрана биотопов как часть ландшафтного планирования, соглашения о мигрирующих видах.

В 1992 г. в Москве было подписано межправительственное соглашение государств — участников Содружества Независимых

Государств (СНГ) «О взаимодействии в области экологии и охраны окружающей природной среды», в котором определены задачи и цели поддержания биологического богатства на всей территории сопредельных с Российской Федерацией государств (см. прил. 3).

### **Вопросы для контроля**

1. Что такое биологическое разнообразие?
2. В чем причины сокращения видового разнообразия биологических ресурсов планеты?
3. Каковы цели охраны природы и известные виды охраняемых природных территорий?
4. В каких международных соглашениях по охране природы участвует Россия?

# Перспективы развития системы «общество — природа»

Анализ состояния окружающей среды в мире показывает, что основные тенденции экологической напряженности нарастают. На исходе XX в. стало очевидным, что современный глобальный экологический кризис — следствие индустриально-технологического развития — шагнет и в XXI в. Ожидать, что антропогенное воздействие человека на окружающую среду в ближайшие 30 — 40 лет снизится, не приходится.

Национальные и международные научные программы, экологические законы и международные конвенции, внедрение более эффективных ресурсо- и энергосберегающих технологий, многомиллиардные вложения в очистные сооружения и многие другие мероприятия не могут изменить или замедлить темпы нарастания напряженности в системе «общество — природа». Глобальный экологический кризис неуклонно развивается, нарастает угроза существованию человека на Земле.

Люди должны осознать, что ухудшение состояния окружающей среды представляет большую угрозу для их будущего. Результаты исследований изменений глобальной экосистемы географической оболочки Земли показывают, что предел ее устойчивости, зависящий от все возрастающего антропогенного давления на нее, — не ресурсный, а геоэкологический. В истории эволюции биосферы, как отмечалось ранее, локальные и частные экологические кризисы возникали неоднократно. Во второй половине XX в. человечество впервые столкнулось с глобальным экологическим кризисом антропогенного происхождения. Исследование сложных междисциплинарных процессов глобальных изменений и вызванных ими проблем должно стать важнейшим вкладом геоэкологии в обеспечение устойчивости жизни на Земле и выживания человечества.

Цивилизованный мир пока не дает ответа на вопрос, как человечеству уйти от экологической катастрофы. Большие научные

коллективы, международные организации занимаются анализом конкретных проблем: состояния озонового слоя Земли, парникового эффекта, загрязнения воздушного бассейна и Мирового океана, соответствия растущих потребностей увеличивающегося населения земного шара и оскудевающих ресурсов планеты, стабильности биосферы как единой системы и множества других вопросов, без решения которых невозможно разработать концепцию устойчивого развития всего живого на Земле.

Группой ученых во главе с американским исследователем Д. Медоузом на основе имеющихся статистических данных создана модель, связывающая уровень народонаселения, сельскохозяйственного и промышленного производства, загрязнения окружающей среды с состоянием здоровья биоты, в том числе человека. Получилось, что в случае сохранения существующих прироста населения и тенденции развития мирового хозяйства, к 2020 г. произойдет коллапс — резкое и быстрое ухудшение экологической обстановки, гибель значительной части населения планеты.

По данным ООН, к 2100 г. численность населения Земли может достичь 11 млрд человек. Было отмечено некоторое снижение темпов ежегодного прироста (например, с 2 % в 1970 г. до 1,5 % в 1990 г.), тем не менее, перспективы перенаселения земного шара вызывают озабоченность исследователей. Уже в настоящее время более половины жителей планеты недоедают. Без регулирования роста населения невозможно перейти к устойчивой экономике, поскольку он вызывает снижение жизненного уровня именно в слаборазвитых и некоторых развивающихся странах, которые не могут обеспечивать свое население продовольствием за счет собственных ресурсов.

Решение проблемы стабилизации численности населения на планете в XXI в. не может быть реализовано без преобразования всей мировой общественно-экономической формации. Все чаще высказывается мысль о необходимости интеграции экологии, экономики и политики. Такой подход диктует иную стратегию и пути управления обществом. В сознании людей постепенно укрепляется идея совместного выживания природы и ее составной части — человека в условиях сотрудничества всех наций и народностей, живущих на планете.

В целях сохранения жизни на Земле необходимо установление в мире нового политического мышления и новой организации мирового сообщества на основе доверия и партнерства. Человечество должно понять, что общество всеобщего изобилия, основанного на эксплуатации природы, способно вплотную приблизиться к катастрофе, к необратимому разрушению биосферы как самовоспроизводящейся системы. Проблема деградации систем

жизнеобеспечения биосферы в результате неограниченного воздействия на нее различных сфер материального производства требует незамедлительного поиска путей ее решения.

Развитие человеческой цивилизации вошло в глубокое противоречие с состоянием биосферы — живой оболочкой Земли, сохранением ее прочности, целостности и стабильности.

В начале 1970-х гг. американский эколог Б. Коммонер сформулировал некоторые положения, раскрывающие суть системы природопользования (табл. 7.1).

Экологические «законы» Коммонера помогают пониманию рациональных основ природопользования, которое должно строиться на знании законов природы, позволяющих ей сохранять свое равновесие. Они показывают, что за неизбежный ущерб, наносимый природе хозяйственной деятельностью, человечеству приходится расплачиваться. Действие «законов» Коммонера можно наблюдать на примерах многих отраслей хозяйства.

Говоря о глобальных изменениях, которые охватывают в настоящее время как природную, так и общественную сферы, необходимо помнить, что эти изменения могут оказаться необратимыми, а последствия разрушительной деятельности человека нельзя преодолеть только природоохранными мероприятиями и вложениями капитала.

Многие международные программы и проекты охраны окружающей среды, которые осуществлялись на глобальном, региональном и локальном уровнях после Стокгольмской конференции по вопросам окружающей среды в 1972 г., оказались неэффективными, т. е. не повлияли на развитие глобальных изменений. Представляется, что они исходили из неверных предпосылок и оценок реальной экологической ситуации в мире.

Отдельные программы «очистки» среды были достаточно успешными, однако наблюдается сохранение или усиление негативных глобальных тенденций в следующих областях:

- переработка продуктов жизнедеятельности человеческого общества и связанное с ней загрязнение среды отходами производства;

- обеспечение человечества невозобновляемыми (преимущественно минеральными) и возобновляемыми (главным образом биологическими) ресурсами;

- выбросы вредных веществ в атмосферу и риск кислотных дождей;

- истощение озонового слоя;

- опустынивание и обезлесение;

- нарушение биогеохимических круговоротов;

- деградация земель, утрата видов и потеря биоразнообразия;



## «Законы» Б. Коммонера и использование человеком различных экосистем

«Закон»	Биосфера	Естественные экосистемы	Агроэкосистемы	Городские экосистемы
Все связано со всем	Биосфера — общий дом всего человечества. Экологического счастья в одной стране быть не может. С загрязнением океана, парниковым эффектом и озоновыми дырами должно бороться все мировое сообщество	Экосистема находится в состоянии экологического равновесия. Его может разрушить уничтожение вида или вселение нового вида. Осушение болот вызывает обмеление рек. Выпас в горных лесах разрушает почву, уменьшает впитывание дождевых и снеговых вод, в результате чего высыхают родники	Численность поголовья скота зависит от площади пашни, пастбищ и лесов. При их правильном соотношении не разрушаются травостой, скот сыт, а его навоз поддерживает плодородие почв пашни. Лес защищает поля от засухи, а обитающие в нем птицы — от вредителей	Города — это экосистемы, в которых нередко бывает нарушено экологическое равновесие. Нужно сделать так, чтобы их влияние на окружающие естественные и сельскохозяйственные экосистемы было минимальным, чтобы в атмосферу и реки поступало как можно меньше загрязняющих веществ
За все надо платить	Международное сообщество финансирует научные проекты, позволяющие сохранять биологическое разнообразие и климат. Богатые страны помогают бедным улучшать экологическую ситуацию	Необходимо нести расходы на содержание специальных служб, контролирующих рациональное использование природных ресурсов, на восстановление естественных экосистем, нарушенных неправильным использованием, и на создание особо охраняемых территорий	Необходимо нести расходы на создание условий для выращивания культурных растений и содержания скота, а также на охрану ресурсов агроэкосистемы — почв, естественных кормовых угодий, лесов, водоемов	Чтобы обеспечить защиту окружающих город экосистем, необходимо вкладывать большие средства в разработку и внедрение малоотходных технологий, и строительство надежных очистных сооружений

Все надо куда-то девать	Международное сообщество приняло специальные законы о запрете вывоза ядовитых и радиоактивных отходов и их захоронения в бедных странах. Мировой океан — также не место для отходов. Каждая страна должна производить захоронение отходов на собственной территории	Естественные экосистемы — не место для создания свалок отходов, хотя некоторое количество загрязнителей эти экосистемы способны обезвреживать без нарушения экологического равновесия, например, высокой самоочищающей способностью обладают водные экосистемы	При экологически организованном сельскохозяйственном производстве в агроэкосистеме нет отходов: навоз с животноводческих ферм поступает на поля, а отходы растениеводства служат кормом животным. Удобрения и пестициды используются так, что их остатки не накапливаются в почве и не загрязняют грунтовые воды или водоемы	Поскольку полностью безотходных производств не бывает, необходимы надежные способы захоронения ядовитых и радиоактивных отходов в геологически устойчивых формациях
Природа знает лучше	Человек должен сохранить естественные регуляторные механизмы поддержания экологического равновесия биосферы, не пытаясь быть умнее природы и создавать искусственную сферу разума — ноосферу	Нужно изымать из экосистемы столько биологических ресурсов, сколько она сама может восстановить за счет механизмов поддержания экологического равновесия (это относится к заготовке древесины, охоте, рыбной ловле, сбору лекарственного сырья, использованию пастбищ)	Нужно учиться у природы выращивать те растения, для которых наиболее благоприятны почва и климат, выращивать совместно несколько сортов или видов культурных растений, поддерживать высокое разнообразие видов «врагов наших врагов»	Для улучшения экологической ситуации в городе нужно использовать растения: создавать зеленые зоны вокруг городов, а внутри — парки, скверы, газоны

– нехватка пресной питьевой воды, проблемы оптимизации водопотребления в промышленности, сельском и коммунальном хозяйствах;

– рост числа техногенных аварий, стихийных бедствий и катастроф;

– проблемы городской среды;

– ухудшение медико-демографических показателей и здоровья населения и др.

Некоторые из перечисленных проблем только приобретают глобальный характер, но имеют большое значение для будущего биосферы.

Необходимость разработки геоэкологических индикаторов и индексов (загрязнения окружающей среды, истощения ресурсов, состояния экосистем, экологического воздействия на благосостояние людей) для оценки состояния отдельных стран и его изменения в результате антропогенной деятельности была отмечена Конференцией ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992), на которой была провозглашена концепция устойчивого развития. Устойчивое развитие — идеология, ставшая реакцией мирового сообщества на кризисные явления в биосфере, экономике, международных отношениях. Большую роль в становлении нового мировоззрения сыграли ученые, с помощью компьютерных моделей изучавшие отдельные аспекты развития человечества. В частности, на примере Японии такое исследование было проведено С. Мураи (табл. 7.2).

Упомянутая выше конференция, проходившая с участием мировых лидеров и высокопоставленных должностных лиц 179 государств мира, ясно показала, что развитие человечества не может остановиться, но оно должно пойти по иному пути, перестав столь активно разрушать окружающую среду. На конференции были приняты следующие документы:

– Декларация по окружающей среде и развитию, 27 принципов которой определяют права и обязанности стран в деле обеспечения развития и благосостояния людей.

– Повестка дня на XXI в. — программа обеспечения устойчивости развития с социальной, экономической и экологической точек зрения.

– Заявление о принципах, касающихся управления, защиты и устойчивого развития всех видов лесов, жизненно необходимых для сохранения всех форм жизни.

– Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата, целью которой является стабилизация концентрации газов, вызывающих парниковый эффект в атмосфере, на таких уровнях, которые не создают опасного дисбаланса в мировой климатической системе.

**Критерии устойчивого развития по С. Мураи (Япония)**  
(Г. Н. Голубев, 1999)

Индикатор развития	Индикатор состояния окружающей среды		
	устойчивое	критическое	катастрофическое
Рост населения, % в год	<0,5	1,0 — 1,5	>2,0
Валовой национальный продукт за год, %	3 — 5	8 — 10	>10 и <0
Обезлесение, % в год	<0,1	0,5 — 1,0	>1
Относительная площадь лесов, %	>30	15 — 20	<10
Площадь пашни, га/чел.	>0,30	0,15 — 0,20	<0,1
Обеспечение собственным зерном, %	>90	60 — 70	<50
Плотность городского населения, чел./га	<50	100 — 150	>200
Численность населения города, млн чел	<0,5	>1,0	>10,0

— Конвенция о биологическом разнообразии, в которой содержится требование ко всем странам принять меры для сохранения разнообразия живых существ и обеспечения справедливого распределения выгод от его использования.

После Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро происходит переосмысление геоэкологических проблем. Все большее распространение получает положение, что природа — не капитал человечества, а его естественное окружение, без которого человек не может жить и где он является только одним из множества элементов. Отсюда следует, что предел развития человечества определяется степенью экологических нарушений, а не простым потреблением ресурсов.

Существует несколько определений понятия «устойчивое развитие», например: «*Устойчивое развитие* — это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу возможности удовлетворения потребностей будущих поколений». В совместном документе Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирного союза охраны природы (МСОП) и Всемирного фонда охраны природы (ВВФ), называемом «В заботе о Земле. Стратегия устойчивости жизни» (1991), дано следующее определение: «*Устойчивое развитие* — это такое

улучшение качества жизни людей, которое сохраняет потенциальную емкость экологических систем, обеспечивающих жизнь». Главным в данном понятии является положение, что воздействие человека на глобальную экосистему не должно превышать ее потенциальные возможности.

Предполагалось, что для перехода к состоянию устойчивого развития необходим рост экономики в 5—10 раз за ближайшие 50 лет, в течение которых численность населения мира может удвоиться. В настоящее время ясно, что такой рост экономики мирового сообщества недостижим вследствие ограниченных возможностей ресурсов биосферы. Необходимы дальнейшие поиски путей выхода из кризиса.

Совершенствование управления природопользованием на геоэкологической основе («предвидеть и предотвращать»), а также укрепление традиций общественного экологического самосознания, развитие экологического образования на всех уровнях — важные моменты в решении указанных проблем. Необходимо понять, что губить природу и безнравственно, и экономически невыгодно, что каждый человек участвует в построении устойчивого общества. От экологически грамотного и оправданного поведения каждого жителя Земли зависит здоровье человека и планеты. Экологическое образование населения рассматривается международным сообществом как необходимое условие устойчивого развития на местном, национальном и глобальном уровнях.

Одной из ключевых задач экологической доктрины устойчивого развития России в XXI в. признано экологическое образование и воспитание всех слоев населения страны. В Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию указывается, что данный переход нельзя осуществить, сохраняя существующие стереотипы мышления, пренебрегающие возможностями биосферы. Образование как самая широкая область социальной деятельности должно развиваться опережающими темпами по сравнению с другими направлениями активной деятельности людей, в том числе экономикой.

Экологизация образования — важнейший элемент системы опережающего образования, возможно, даже самый приоритетный. *Ноосферно-опережающее образование* (А. Д. Урсул) призвано в конечном счете изменить сознание людей на протяжении нескольких поколений, сформировать новые общечивилизационные ценности, которые во многом изменят сложившиеся стереотипы мышления современных людей.

Поскольку переход отдельно взятой страны к устойчивому развитию в принципе невозможен, так как биосфера представляет собой единое целое, необходимо эффективное международное сотрудничество, в том числе в области экологического образова-

ния и воспитания, которые могут рассматриваться как составная часть глобализации образовательной системы, нацеленной на переход к новой стратегии развития.

Можно назвать следующие этапы становления международного сотрудничества в области экологического образования:

— 1960—1972 г. — работа специальной комиссии в составе Всемирного союза охраны природы;

— 1975 г. — начало осуществления ЮНЕСКО совместно с ЮНЕП Международной программы по образованию в области окружающей среды (МПООС), цель которой — всемирная поддержка и содействие в распространении экологического образования, организации и проведении международных форумов;

— 1977 г. — проведение Межправительственной конференции по образованию в области окружающей среды (Тбилиси), направленной на обобщение опыта, обсуждение значения экологического образования и мер по его развитию на национальном и международном уровнях, определение приоритетных направлений развития сотрудничества;

— 1987 г. — проведение Международного конгресса по образованию в области окружающей среды (Москва), выработка Международной стратегии действий в области экологического образования на период до 2000 г., основанной на гуманистических идеях отношения человека к природе и ответственности за нее перед настоящими и будущими поколениями;

— 1992 г. — проведение в Рио-де-Жанейро Конференции ООН по окружающей среде и развитию, принятие Повестки дня на XXI в., один из разделов которой посвящен науке и образованию как необходимым условиям устойчивого развития.

Конференцией ООН по окружающей среде и развитию рекомендованы следующие основные направления экологического образования:

— формирование общественного сознания по вопросам окружающей среды и развития;

— расширение информированности населения;

— включение вопросов охраны окружающей среды, развития производства и народонаселения в образовательный процесс всех стран;

— формирование ценностных установок, точек зрения и поведенческих норм;

— поощрение этической ответственности;

— побуждение к активной защите и улучшению окружающей среды;

— стимулирование участия в принятии решений и активных действиях в целях обеспечения устойчивого развития;

— улучшение качества жизни.

Выражением новой системы экологических ценностей, экологической культуры становится экологически оправданное поведение. Приоритетными в любых видах деятельности утверждаются общечеловеческие ценности — Природа и Человек. Уникальность жизни на Земле — выше всех материальных благ! На этих принципах строится единство практики и геоэкологической стратегии природопользования. Только на такой основе возможно достижение глобальной экологической цели XXI в. — устойчивого развития Человечества и Природы.

Критерием национального и индивидуального богатства в сфере Разума станут гуманистические ценности и знания человека, живущего в гармонии с окружающей социальной и природной средой в условиях всеобщей безопасности.

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Автотрофы.** Организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических соединений (как правило, из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ). Это растения и некоторые бактерии.

**Агротехника.** Совокупность приемов возделывания сельскохозяйственных культур.

**Агротехнология.** Интенсивное сельскохозяйственное производство, основанное на широком применении достижений НТР.

**Агроэкосистема (агроценоз).** Искусственная экосистема, основные функции которой поддерживаются системой агрохимических мероприятий (вспашка, внесение удобрений, ядохимикатов и т. д.). Без поддержки человека А. быстро распадается, возвращается к естественному состоянию.

**Адсорбция.** Очистка газов с невысоким содержанием газообразных и парообразных примесей на основе поглощения их пористыми телами — адсорбентами.

**Акклиматизация.** 1. Искусственное вселение какого-либо вида животных или растений в новые места обитания. 2. Приспособление организмов (человека, животных, растений) к изменившимся природным (преимущественно климатическим) условиям существования.

**Антропогенные воздействия.** Влияние производственной и непроизводственной деятельности людей на структуру и функционирование экосистем (ландшафтов). А. в. классифицируются по формам деятельности человека (сельскохозяйственные, промышленные), направлению обмена веществом и энергией (изъятие, привнесение), длительности воздействия, режиму воздействия (постоянное, периодическое, циклическое), последствиям воздействия (положительные, отрицательные) и т. п.

**Антропогенные пустыни.** Пустыни, образовавшиеся в результате антропогенных воздействий на природу.

**Антропогенные факторы.** Влияние, оказываемое человеком и его деятельностью на организмы, биогеоценозы, ландшафты, биосферу (в отличие от естественных, или природных, факторов).

**Аридизация.** Сложный и разнообразный комплекс процессов уменьшения степени увлажненности территорий и вызванного этим сокращения биологической продуктивности экосистем. А. происходит как в силу природных (циклические изменения климата), так и антропогенных (откачка подземных вод, эрозия, пыльные бури) причин. Следствием А. является опустынивание и увеличение степени сухости пустынных территорий.

**Аэрация.** Естественное или искусственное поступление воздуха в какую-нибудь среду (воду, почву и т.д.). Так, А. воды — это обогащение воды кислородом воздуха.

**Аэрозоль.** Взвешенные в газообразной среде частицы твердых или жидких веществ. А. с жидкими частицами — туман, с твердыми частицами — дым.

**Безотходная технология.** Метод производства продукции, при котором все сырье и энергия используются наиболее рационально и комплексно в цикле: сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные ресурсы, и любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования.

**Беккерель.** Единица СИ активности радиоактивных нуклидов, названа по имени французского физика А. Беккереля, обозначается Бк, 1 Бк соответствует 1 распаду в секунду.

**Биогеоценоз.** Совокупность на определенной территории компонентов живой и неживой природы (атмосферы, горных пород, растительности, животного мира, микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), для которой характерна своя специфика взаимодействия слагающих ее компонентов и определенные типы обмена веществом между ними и другими явлениями природы. Понятие Б. близко к понятию экосистемы, но последнее лишено строгой пространственной структуры.

**Биологическая продуктивность.** Способность биогеоценоза к воспроизводству органического вещества на основе использования неорганического вещества и энергии. Обычно оценивается через биологическую продукцию, выражаемую в единицах массы на единицу площади в единицу времени (обычно за год).

**Биосфера** (от греч. *bios* — жизнь, *sphaira* — шар) — сфера жизни, оболочка Земли, населенная живыми организмами. Живое вещество планеты представлено растениями, животными, микроорганизмами и человеком. Б. включает в себя нижнюю часть атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть земной коры. Б. представляет собой грандиозную равновесную систему с непрерывным круговоротом вещества и энергии. Термин Б. введен в 1875 г. австрийским геологом Э. Зюссом, который рассматривал Б. как пространство, заполненное жизнью.

Учение о Б. создано русским ученым академиком В. И. Вернадским. Классический труд В. И. Вернадского «Биосфера» опубликован в 1926 г.

По В. И. Вернадскому, Б. представляет собой уникальную геологическую оболочку земного шара, глобальную систему Земли, в которой геохимические и энергетические превращения определяются суммарной активностью живых организмов.

**Биота.** 1. Исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на какой-нибудь территории, изолированной любыми барьерами распространения. 2. Совокупность организмов, населяющих какой-либо регион.

**Биотоп.** Пространство, занятое биоценозом. Совокупность биоценоза и Б. обычно называют *биогеоценозом*.



**Биоценоз.** Совокупность растений, животных и микроорганизмов, населяющих участки среды обитания с более или менее однородными условиями жизни.

**Бонитет.** Условный показатель, применяемый для оценки продуктивности лесных земель и насаждений. Класс Б. определяется по средней высоте насаждений и их возрасту.

**Буферная емкость экосистемы.** Количество загрязняющих веществ, которое может принять экосистема без негативных последствий для ее состояния.

**Бэр.** Всесистемная единица эквивалентной дозы ионизирующего излучения; международное обозначение rem, русское *бэр*.  $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Дж/кг}$  (единицы эквивалентной дозы излучения в Международной системе единиц). До принятия ГОСТ 8848 — 63 единица *бэр* понималась как биологич. эквивалент *рентгена* (отсюда название единицы — Б.). В этом случае 1 бэр соответствует такому облучению живого организма данным видом излучения, при котором наблюдается тот же биологический эффект, что и при экспозиционной дозе  $\gamma$ -излучения в 1 р. В ГОСТ 8848 — 63 единица *бэр* не включена.

**Вегетационный период.** Период года, когда возможны рост и развитие (вегетация) растительности в данных климатических условиях.

**Водозабор.** 1. Изъятие воды из водоема или водотока. 2. Комплекс гидротехнических сооружений для изъятия, подачи и приема воды в отводящие устройства в целях дальнейшей транспортировки и использования.

**Водопотребление.** Использование воды на нужды населения, промышленности и сельского хозяйства с изъятием ее из водных объектов. Различают: *возвратное В.* — с возвращением забранной воды в источник и *безвозвратное В.* — с расходом ее на испарение, фильтрацию и т. д.

**Водоснабжение.** Комплекс мероприятий, а также технических средств и инженерных сооружений для обеспечения водой промышленности, сельского хозяйства и населения.

**Воспроизводство окружающей человека среды.** Комплекс мероприятий (экономических, технологических, организационных), направленных (наряду с *воспроизводством природных ресурсов*) на поддержание параметров среды жизни в пределах, благоприятных для существования человека и его социально-экономического развития, и научное обеспечение данных мероприятий.

**Восстановление природных ресурсов.** Доведение запасов тех или иных видов природных ресурсов до уровня, предшествовавшего их истощению в результате хозяйственной деятельности человека.

**Вторичное засоление почв.** Процесс накопления растворимых солей в почвах вследствие искусственного изменения водного режима (часто при непродуманном антропогенном воздействии).

**Выброс.** Кратковременное (или за определенное время) поступление в окружающую среду любых загрязняющих веществ или избыточного тепла. Различают *В. от отдельного источника загрязнения* и *суммарный В.* — на площадь города, области, государства или мира в целом.

**Выветривание.** Процесс механического разрушения и химического изменения горных пород и приповерхностных слоев литосферы под влиянием различных атмосферных агентов, грунтовых и поверхностных вод, жизнедеятельности организмов и продуктов их разложения. Различают *химическое, физическое и биологическое* В.

**Генофонд.** Наследственная информация, заключенная в совокупности генов какой-либо группы особей. Иногда под Г. понимается вся совокупность видов живых организмов.

**Географическая оболочка Земли.** Сложная динамическая саморегулирующаяся система, включающая геосферы Земли: атмосферу (воздушную оболочку), гидросферу (водную), литосферу (твердую, каменную), биосферу (населенную живыми организмами). Г. о. неоднородна, она состоит из природных образований разного ранга, получивших название природных комплексов. Г. о. и составляющие ее компоненты (горные породы и слагаемый ими рельеф, воздух, вода, почвы, живые организмы) и природные комплексы являются объектом физической географии.

**Географическая среда.** Совокупность естественных условий, часть земной природы, с которой человеческое общество непосредственно взаимодействует в своей жизни и производственной деятельности на данном этапе исторического развития. В настоящее время включает большую часть географической оболочки, объекты живой и неживой природы, как не измененные человеком, так и в различной степени затронутые антропогенным воздействием. Г. с. — необходимое условие жизни и деятельности общества. Она служит средой его обитания, важнейшим источником ресурсов, оказывает большое влияние на духовный мир людей, их здоровье и настроение.

**Геопатогенные зоны.** Зоны повышенной трещиноватости (разлома) в земной коре, по которым к земной поверхности поступает радон — инертный газ, образующийся при распаде радия, обладающий радиоактивностью и поэтому представляющий угрозу для здоровья человека.

**Геосистема.** Понятие, близкое к *экосистеме*, но с центром внимания к абиотическим компонентам и пространственным закономерностям.

**Геоэкология.** Комплексное междисциплинарное научное направление, изучающее закономерности функционирования антропогенно измененных геосфер Земли в процессе их интеграции с обществом и возникающие геоэкологические проблемы.

**Гидросфера.** Водная оболочка Земли, включающая все водные объекты планеты: океаны, моря, реки, озера, болота, ледники, снежный покров, подземные воды; в состав Г. входит также вода в атмосфере, почвенная влага и вода в составе живых организмов.

**Глобальный экологический кризис.** Напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

**Гумус.** Органическое вещество почвы, образующееся за счет разложения растительных и животных остатков и продуктов жизнедеятельности организмов (перегной).

**Деградация земель.** Устойчивое ухудшение свойств почвы, а также снижение ее плодородия в результате воздействия природных и/или антропогенных факторов.

**Дезактивация.** Удаление радиоактивного загрязнения с поверхности предметов, сооружений и т. п.

**Дефляция.** Выдувание, обтачивание горных пород и почв минеральными частицами, переносимыми ветром, в результате которых происходит эрозия и механический перенос веществ в ландшафтах.

**Допустимое антропогенное воздействие на окружающую природную среду.** Воздействие, которое не оказывает существенного влияния на качество окружающей среды.

**Доступные природные ресурсы (реальные запасы природных ресурсов).** Объемы природного ресурса, выявленные современными методами разведки или обследования, освоение которых технически возможно и экономически рентабельно.

**Емкость среды.** Размер способности природного или природно-антропогенного окружения обеспечивать нормальную жизнедеятельность (дыхание, питание, размножение, отдых и т. д.) определенному числу организмов или их сообществ без заметного нарушения самого окружения.

**Естественные природные ресурсы.** Тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества путем непосредственного их вовлечения в материальную деятельность.

**Естественный (природный) ландшафт.** Ландшафт, формирующийся или сформированный под влиянием природных факторов, не испытавший воздействия человека.

**Загрязнение окружающей природной среды.** Внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей компонентов или структурных изменений, прерывающих круговорот веществ, поток энергии, вследствие чего данная система разрушается или снижается ее продуктивность. Эти загрязнения подразделяются на *природные* (вызванные какими-либо естественными явлениями, обычно катастрофическими — наводнениями, извержениями вулканов, селевыми потоками и т. п.) и *антропогенные*, возникающие в результате деятельности людей. Среди антропогенных выделяют биологическое, микробиологическое (микробное), механическое, химическое, физическое, тепловое (термальное), световое, шумовое, электромагнитное, радиоактивное и др.

**Заказник.** Природный комплекс, предназначенный для сохранения одних видов природных ресурсов при ограниченном использовании других. На участках, занимаемых заказниками, постоянно или временно запрещены отдельные виды хозяйственной деятельности, причиняющие вред охраняемым природным комплексам или их компонентам.

**Залежные земли (залежь).** Земельный участок, не обрабатываемый на протяжении ряда лет в целях восстановления естественного равновесия ландшафта, нарушенного хозяйственной деятельностью (в частности, восстановления плодородия почвы).

**Заповедник.** Особо охраняемая территория, на которой полностью запрещена любая хозяйственная деятельность (включая туризм) в целях сохранения природных комплексов, охраны животных и растений, а также слежения за происходящими в природе процессами.

**Засоление вод.** Превышение обычной концентрации солей в воде (для пресных вод — 1 г/л, солоноватых — 10 г/л, соленых — естественно имевшейся первоначальной концентрации) в результате естественных или антропогенных причин.

**Засоление почв.** Превышение обычного (0,25 %) содержания в почве легкорастворимых солей (карбонаты натрия, хлориды и сульфаты), обусловленное или засоленностью почвообразующих пород (остаточное засоление), или неправильным орошением, притворением солей грунтовыми или поверхностными водами (вторичное засоление).

**«Зеленая революция».** Одна из форм проявления НТР в сельском хозяйстве: преобразование сельского хозяйства на основе современной агротехники и селекции. З. р. имела место в земледелии развивающихся стран, преимущественно азиатских, в условиях тропиков и субтропиков, в середине 1960-х гг. благодаря появлению качественно новых гибридных, более высокоурожайных зерновых культур, прежде всего пшеницы и риса. Модернизация сельского хозяйства включала также орошение земель, применение минеральных удобрений, внедрение машинной техники. З. р. позволила существенно улучшить продовольственное положение, например, в Индии и Пакистане.

**Зеленое удобрение.** Зеленая масса растений-сидератов, запахиваемых в почву в целях обогащения почвы питательными веществами (главным образом азотом), улучшения водного, воздушного и теплового режимов.

**Земельные ресурсы.** Земная поверхность, пригодная для проживания человека и любых видов хозяйственной деятельности. Кроме величин территории, З. р. характеризуются ее качеством рельефом, почвенным покровом и комплексом других природных условий.

**Земельный фонд.** Общая площадь земель в границах отдельных землепользователей. Включает как освоенные в сельскохозяйственном отношении земли, так и прочие, в том числе «неудобные» (пустыни, высокогорья и т.п.). *Мировой З. ф.* — вся поверхность суши, кроме Гренландии и Антарктиды. *Структура З. ф.* — соотношение площадей, занятых сельскохозяйственными посевами, населенными пунктами, промышленными предприятиями, дорогами, неудобными землями.

**Интенсивное хозяйство.** Хозяйство, которое развивается на основе научно-технического прогресса, лучшей организации и высокой производительности труда.

**Ирригация.** Искусственное увлажнение сельхозугодий: полей, огородов и других агроценозов, один из видов мелиорации почв. Непра-

вильная И. может быть причиной вторичного засоления, осолонцевания и заболачивания почв.

**Кадастры природных ресурсов.** Свод экономических, экологических, организационных и технических показателей, который характеризует количество и качество природного ресурса, а также состав и категории природопользователей.

**Качество окружающей среды.** Совокупность показателей, характеризующих состояние окружающей среды.

**Кислотные (кислые) осадки.** Атмосферные осадки в виде дождя или снега, подкисленные ( $\text{pH} < 5,6$ ) из-за растворения в них кислотообразующих промышленных выбросов:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HCl}$  и др. К. о. вызывают подкисление почвы, водоемов и приводят к повреждению живых организмов (гибель рыбы, снижение прироста лесов и т. д.).

**Кумуляция.** Способность к накоплению.

**Ландшафт.** Природный территориальный комплекс, состоящий из взаимодействующих природных или природных и антропогенных компонентов, а также комплексов более низкого таксономического ранга. Л. характеризуется единством литогенной основы, климата и истории развития.

**Ландшафт антропогенный.** Природный ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (естественных) компонентов в степени, ведущей к созданию нового ландшафта на месте ранее существовавшего.

**Ландшафт культурный.** Ландшафт, созданный антропогенной деятельностью, обладающий целесообразной для человеческого общества структурой и функциональными свойствами.

**Ландшафт нарушенный.** Антропогенный ландшафт, возникший в результате нерационального использования природных ресурсов.

**Лес.** По определению ФАО, — сообщество (или экосистема) биотических и абиотических компонентов, состоящее преимущественно из древесной и кустарниковой растительности, произрастающей более или менее сомкнуто (равнозначен термину «лесопокрытая площадь»).

**Лесные ресурсы.** Важнейший вид ресурсов биосферы. Включают запасы древесины, плоды и ягоды дикорастущих растений, грибы, лекарственные растения, кормовые и охотничье-промысловые ресурсы, а также полезные свойства леса — водоохранные, климаторегулирующие, противозерозионные, оздоровительные и пр. Мировые Л. р. характеризуются двумя главными показателями: размерами лесной площади и запасами древесины на корню.

**Лесные территории.** Лесные площади, которые, помимо лесопокрытой территории, включают вырубки, гари, свободные от древостоев, но подлежащие облесению участки.

**Лесовозобновление.** Процесс непрерывной смены отмирающей лесной растительности в лесных сообществах, а также процесс восстановления леса в местах, где он был уничтожен естественными или антропогенными факторами.

**Лесополосы.** Искусственные защитные насаждения деревьев и кустарников в виде ленты. Предназначены для защиты дорог и полей от

снежных и песчаных заносов, ветровой и водной эрозии, для улучшения микроклимата, выполнения санитарно-гигиенических функций и др.

**Лесосека.** Участок леса, отведенный под вырубку.

**Лесосека расчетная.** План заготовки древесины в объемах, не превышающих величину годичного прироста, при котором лесу не наносится значительный урон, а вырубленные участки восстанавливаются естественным путем или с помощью искусственного лесонасаждения.

**Малоотходное производство.** Форма организации технологического процесса, при которой отходы производства сведены к минимуму или перерабатываются во вторичные материальные ресурсы.

**Мелиорация.** Совокупность мероприятий по улучшению земель или окружающей среды в целом; направлена на повышение плодородия сельскохозяйственных угодий. Гидротехническая М. — орошение и осушение пашни, обводнение пастбищ; широко распространена на территориях с засушливым климатом.

**Механическая очистка загрязненных сточных вод.** Удаление взвешенных частиц путем процеживания, отстаивания, фильтрования.

**Минеральные ресурсы.** Ученные запасы месторождений полезных ископаемых, пригодных для использования в различных отраслях экономики как в современных условиях, так и в перспективе. Разделяются на топливные (горючие), металлические (рудные) и неметаллические (нерудные) полезные ископаемые.

**Молевой лесосплав.** Первоначальный лесосплав несвязанных между собой бревен; как правило, сопровождается большими потерями древесины, что приводит к засорению русла реки.

**Мониторинг.** Система наблюдения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды, связанных с деятельностью человека (от лат. *monitor* — надзирающий).

**Нагрузка антропогенная.** Степень прямого и косвенного воздействия людей и их хозяйственной деятельности на природу в целом или на ее отдельные компоненты (ландшафты, природные ресурсы, животный мир и т. д.).

**Нагрузка рекреационная.** Степень непосредственного влияния отдельных видов человеческой деятельности, связанных с туризмом, сбором даров леса, спортивной охотой, рыболовством, лечебно-оздоровительными мероприятиями, на природные комплексы или рекреационные объекты (памятники природы, истории, архитектуры и т. д.).

**Национальные природные парки.** Используемые в природоохранных, рекреационных, просветительских, научных и культурных целях уникальные природные объекты, неповторимые ландшафты, исторические памятники и другие достопримечательности. На территории Н. п. п. возможно ограниченное сельскохозяйственное использование земель, а также лицензионный лов рыбы и отстрел промысловых животных.

**Нерудные полезные ископаемые.** Неметаллические и негорючие твердые горные породы и минералы, в том числе: строительные материалы (песок, гравий, глина, мел, известняк, мрамор), химическое сырье (сера, апатит, фосфорит, калийные соли), металлургическое сырье

(асбест, кварц, огнеупорные глины), драгоценные и поделочные камни (алмаз, рубин, яшма, малахит, хрусталь и др.).

**Нетрадиционные энергоресурсы планеты.** Солнечная, ветровая, приливная, геотермальная, биологическая энергия, энергия температурного градиента океанских вод. В настоящее время доля их использования в мировой энергетике составляет менее 1 % из-за технологических трудностей освоения и высокой стоимости производимой энергии, но на эти виды приходится значительная часть общего энергетического потенциала планеты.

**Ноосфера** (от греч. *noos* — разум и *sphaira* — шар). Гипотетическая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность людей станет главным определяющим фактором развития. Разрабатывая учение о Н., В. И. Вернадский рассматривал ее как новое эволюционное состояние биосферы, преобразуемой в интересах мыслящего человечества.

**Обезлесение.** Сокращение лесопокрытой площади под воздействием естественных причин или антропогенных факторов.

**Область аридная.** Сухие области пустынь и полупустынь, где при недостаточном атмосферном увлажнении и высокой температуре воздуха с большими суточными колебаниями широко распространены эоловые формы рельефа.

**Озоновый слой.** Слой с максимальной концентрацией озона на высоте 18—30 км над поверхностью Земли. О. с. снижает поток ультрафиолетовой радиации в опасных диапазонах солнечного спектра, достигающей поверхности Земли. Основными разрушителями О. с. являются хлорфторуглероды (фреоны) — группа газов, широко используемых в холодильной промышленности, аэрозольных баллончиках.

**Окружающая среда.** Условия существования человека и других организмов, включающие как природные компоненты (вода, воздух, животные, растения, почва, микроорганизмы, минералы, горные породы, космос), явления (радиоактивность, гравитация, теплота, электричество, свет, звук) и соответствующие им природные процессы (космические, геологические, климатические, биологические), так и социально-экономические компоненты, созданные человеком в историческом развитии.

**Опустынивание.** Деграляция земель и расширение площади пустынь в засушливых районах за счет сопредельных территорий. Происходит вследствие влияния различных факторов, включая колебания климата и деятельность человека.

**Отбросы.** Отходы производства и потребления, которые в настоящее время не могут быть использованы по каким-либо причинам (экономическим, экологическим и др.).

**Отгонно-пастбищное животноводство.** Система хозяйствования, выражающаяся в периодических сезонных перегонах стад скота из одного района в другой, отличный по климатическим условиям. В горных районах скот к зиме обычно перемещается с гор на долинные пастбища, а летом — в обратном направлении.

**Открытые горные работы.** Все виды добычи минерального сырья в карьерах, сооружаемых на поверхности Земли. В результате О. г. р. происходит коренная перестройка ландшафта.

**Отходы.** Остатки сырья, материалов, некондиционные продукты, использованная или потерявшая свои первоначальные качества готовая продукция, размещаемая в определенных местах по определенным правилам, с последующим обязательным использованием, переработкой или ликвидацией, захоронением.

**Охрана окружающей среды.** Система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между человеческим обществом и окружающей природной средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных богатств, рациональное использование природных ресурсов, предупреждающая прямое и косвенное вредное влияние результатов деятельности общества на природу и здоровье человека.

**Памятники природы.** Отдельные природные объекты, имеющие научное, эстетическое, культурное или воспитательное значение. Ими могут быть образцы типичных ландшафтов, места произрастания редких и ценных видов растений, каких-либо исторических событий, необычный родник, водопад, скала, овраг с редкими видами растений и др.

**Парниковый эффект.** Удержание значительной части тепловой энергии Солнца у земной поверхности.

**Пестициды** (от лат. *pestis* — зараза, разрушение, *caedo* — убиваю). Химические препараты, используемые в сельском хозяйстве для защиты растений и животных, для борьбы с переносчиками опасных заболеваний и т. п. П., в зависимости от объекта воздействия, подразделяют на *гербициды* — для уничтожения сорной растительности; *инсектициды* — для уничтожения вредных насекомых; *зооциды* — для борьбы с грызунами; *фунгициды* — против возбудителей грибковых заболеваний; *дефолианты* — для удаления листьев; *дефлоранты* — для удаления цветков.

**Пиролиз.** Разложение органических веществ без доступа воздуха при высокой температуре.

**Плодородие почвы.** Способность почвы обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. П. п. зависит от химического состава, физических свойств и водного режима почвы.

**Поверхностный сток.** Процесс перемещения вод атмосферного происхождения по земной поверхности под действием силы тяжести; составная часть круговорота воды на Земле. Величина П. с. зависит от количества осадков и лесистости местности.

**Полезные ископаемые.** Природные минеральные вещества земной коры, химический состав и физические свойства которых позволяют эффективно использовать их в сфере материального производства и которые при данном уровне развития техники могут быть с достаточным экономическим эффектом извлечены и использованы в хозяйстве в естественном виде или после предварительной переработки.

**Потенциальные ресурсы.** Это ресурсы, оцениваемые на основе теоретических расчетов и включающие, помимо точно установленных технически извлекаемых запасов природного сырья или резервов, еще и



ту часть, которую в настоящее время освоить нельзя по техническим или экономическим соображениям.

**Почва.** Рыхлый поверхностный слой земной коры толщиной несколько десятков сантиметров, обладающий плодородием. Образуется из продуктов разрушения горных пород под влиянием климата и жизнедеятельности многих поколений растительных и животных организмов. П. состоит из хорошо выраженных слоев, называемых почвенными горизонтами, различающихся по структуре, составу и цвету.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК).** Норматив, максимальное количество вредного вещества в окружающей среде, не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства. Устанавливается в законодательном порядке.

**Предельно допустимый выброс (ПДВ).** Количество загрязняющего вещества, поступающего за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в окружающей природной среде или опасно для здоровья человека.

**Природа.** Все существующее во Вселенной во всем многообразии своих форм; весь мир. Наиболее употребительно толкование понятия П. как совокупности естественных условий существования человеческого общества.

**Природная среда.** Совокупность объектов и условий природы, в которых протекает деятельность какого-либо субъекта.

**Природно-рекреационные ресурсы.** Объекты и явления природы, которые можно использовать в целях отдыха, туризма и лечения.

**Природно-ресурсная емкость территории.** Максимальное количество природного ресурса, которое можно использовать неопределенно долго, не истощая его запасов на данной территории.

**Природно-ресурсный потенциал территории.** Обеспеченность территории запасами энергетических и сырьевых природных ресурсов, достаточными для развития общественного производства.

**Природно-техногенные системы.** Разнообразные городские и сельские поселения, сельскохозяйственные системы, отдельные промышленные предприятия и индустриальные зоны, транспорт и транспортные коммуникации, энергетические объекты, горнорудные предприятия вместе с зонами их влияния, рекреационные системы и др.

**Природные ресурсы.** Все элементы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть вовлечены в производство и составляют его сырьевую и энергетическую базу. Понятие П. р. — пространственно-временная категория.

**Природные условия.** Естественные тела и явления природы, которые влияют на жизнь и деятельность человека, но на данном этапе развития общества не участвуют в материальном производстве. Следовательно, природа выступает для человека одновременно и как среда обитания, и как источник природных ресурсов. П. у., понимаемые в широком смысле, включают естественные ресурсы.

**Природоохранные мероприятия.** Технологические, технические или организационные мероприятия, способствующие уменьшению уровня воздействия на окружающую среду и улучшению ее состояния.

**Природопользование.** Деятельность человеческого общества, направленная на удовлетворение его потребностей путем использования природных ресурсов. Различают *рациональное* и *нерациональное* П.

При нерациональном П. в больших количествах и не полностью используются наиболее легко доступные природные ресурсы, что приводит к их быстрому истощению. При этом производится большое количество отходов, загрязняющих окружающую среду. Нерациональное П. характерно для *экстенсивного хозяйства*.

При рациональном П. достаточно полно используются добываемые природные ресурсы (и соответственно, уменьшается количество потребляемых ресурсов), обеспечивается восстановление возобновляемых природных ресурсов, полно и многократно используются отходы производства, что позволяет значительно уменьшить загрязнение окружающей среды. Рациональное П. характерно для *интенсивного хозяйства*.

**Продуктивность экосистемы.** Скорость образования биологического вещества (биомассы) в единицу времени.

**Продуценты (производители).** Живые организмы, способные из неорганических материалов среды создавать органические вещества. Прежде всего это зеленые растения, производящие с помощью солнечной энергии в процессе фотосинтеза из углекислого газа, воды и минеральных веществ органические соединения; при этом высвобождается кислород.

**Равновесие экологическое.** Баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно бесконечному) существованию данной экосистемы.

**Редкие и вымирающие виды животных и растений.** Виды, численность которых настолько мала, что под угрозой находится их дальнейшее существование. Все редкие и исчезающие виды животных и растений заносятся в Красную книгу, созданную Всемирным союзом охраны природы (МСОП).

**Редуценты (деструкторы).** Организмы, разлагающие остатки умерших живых организмов и превращающие их в исходное сырье — воду, минеральные вещества и углекислый газ, которые пригодны для использования продуцентами, преобразующими их в органические вещества.

**Реконструкция лесных насаждений.** Улучшение состава и состояния насаждений, представленных малоценными древесными породами или расстроенных бессистемными рубками и стихийными белствами.

**Рекреационные ресурсы.** Объекты и явления природного и антропогенного происхождения, которые используются в целях отдыха, лечения, туризма.

**Рекультивация.** Восстановление нарушенных горными разработками земель в целях дальнейшего использования в сельском хозяйстве, под лесные насаждения, водоемы, жилищное и капитальное строительство.

**Ресурсообеспеченность.** Соотношение между величиной природных ресурсов и размерами их использования. Выражается либо количе-

ством лет, на которые должно хватить данного ресурса, либо его запаса-ми из расчета на душу населения.

**Рудные полезные ископаемые.** Руды, включающие в себя металличе-ские полезные компоненты. Различают руды черных металлов (желе-зо, марганец, хром, титан, ванадий), цветных (медь, олово, цинк, воль-фрам, молибден, свинец, кобальт, никель), благородных (золото, плати-на, серебро) и радиоактивных металлов (радий, уран, торий). Как правило, рудные месторождения являются комплексными, т.е. в них присутствуют несколько минералов.

**Самоочищение.** Естественное разрушение загрязнителя в среде (поч-ве, воде и др.) в результате природных физических, химических и био-логических процессов.

**Саморегуляция.** Способность природной (экологической) системы к восстановлению баланса внутренних свойств после природного или антропогенного воздействия.

**Сбросы.** Загрязняющие вещества или избыточное тепло, поступаю-щее в окружающую среду со сточными водами.

**Сельскохозяйственные угодья.** Пашни, многолетние насаждения (сады), а также естественные луга и пастбища.

В настоящее время в мире на пашни (обрабатываемые земли) при-ходится около 11 % всей площади суши (1 340 млн га), на луга и пастби-ща — 24 % (3 365 млн га).

**Смог.** Загрязнение воздушной среды городов в виде аэрозольной дымки, тумана, образующихся в результате интенсивного поступления в атмосферу пыли, дыма, выхлопных и промышленных газов, других за-грязняющих веществ. Различают *влажный С.* (лондонского типа — со-четание газообразных загрязняющих веществ, пыли и капель тумана) и *фотохимический С.* (лос-анджелесского типа — вторичное загрязнение воздуха в результате химических реакций, сопровождающихся образо-ванием озона).

**Современные ландшафты.** Территориальные комплексы, возник-шие на месте трансформированных естественных ландшафтов в резуль-тате деятельности человека.

**Сомкнутость леса.** Древостой называют *сомкнутым*, если просвет-ов в пологе леса мало, и *разреженным*, если просветов много.

**Среда.** Совокупность физических (природных), природно-антро-погенных и социальных факторов жизни человека.

**Среда абиотическая.** Неживое физическое окружение живых орга-низмов.

**Стабильность биосферы.** Способность биосферы противостоять внутренним возмущениям, включая антропогенные воздействия.

**Сукцессия.** Последовательная смена во времени одних биоценозов другими на определенном участке земной поверхности. При отсутствии нарушений С. завершается возникновением сообщества, находящегося в равновесии со средой, — *климакса*.

**Термические методы.** Методы прямого сжигания; применяются для очистки газов от легко окисляемых токсичных, а также дурнопахнущих примесей.

**Токсиканты.** Отравляющие вещества.

**Токсикология.** Наука о вредном воздействии на живые организмы химических веществ, поступающих в окружающую среду в результате производственной деятельности человека.

**Транспорт.** Одна из важнейших отраслей хозяйства, обеспечивающая производственные связи промышленности и сельского хозяйства, перевозки грузов и пассажиров. Структура транспортных перевозок отражает уровень развития и структуру экономики, а география транспортной сети и грузопотоков — размещение производительных сил.

**Удобрения.** Органические и минеральные (химические) вещества, применяемые в сельском хозяйстве и рыболовстве для повышения урожайности культурных растений и рыбопродуктивности водоемов.

**Уровень загрязнения.** Абсолютная или относительная величина содержания в среде загрязняющих веществ.

**Устойчивое развитие.** Развитие в глобальной системе «общество — природа», обеспечивающее удовлетворение потребностей людей настоящего времени без ущерба основополагающим параметрам биосферы и не лишаящее будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности. Критерием У. р. экологи считают такое хозяйственное отношение к окружающей среде и природным экосистемам (природопользование), которое позволяет сохранять их природное равновесие.

**Устойчивость экосистемы.** Соотношение между величиной отклонения системы от нормального состояния и величиной воздействия.

**Факторы биогенные.** Группа факторов, связанных как с прямым, так и с опосредованным влиянием живых организмов на среду.

**Фауна (животный мир).** Эволюционно-исторически сложившаяся совокупность всех видов животных, обитающих (или обитавших) на рассматриваемой территории.

**Фитонциды.** Выделяемые растениями летучие или растворимые в воде вещества, убивающие другие организмы или подавляющие их рост и развитие. Играют важную роль во взаимоотношениях между различными биоценозами.

**Фитофаги.** Растительоядные животные.

**Фитоценоз.** Растительное сообщество, совокупность растений, совместно произрастающих на однородном участке территории. Существуют лесные, луговые, степные, полевые и другие Ф.

**Флора (растительный мир, растительность).** Исторически сложившаяся и динамически развивающаяся совокупность всех видов растений, произрастающих (или произраставших) на рассматриваемой территории.

**Фотосинтез.** Сложный биохимический процесс, при котором зеленые растения и водоросли посредством зеленого пигмента хлорофилла, используя энергию солнечного света, синтезируют органические вещества из углекислого газа и воды, что сопровождается выделением кислорода.

**Хемосорбция.** Поглощение газов, паров, растворенных веществ жидкими и твердыми сорбентами с образованием на поверхности раздела новой фазы или компонента.

**Целинные земли (целина).** Земли (преимущественно в степной зоне), пригодные для сельскохозяйственного освоения, но по разным причинам не окультуренные, сохранившие естественную растительность и почвенный профиль.

**Экологизация производства.** Приспособление различных технологий к сложившимся природным (биосферным) условиям.

**Экологическая (геоэкологическая) оценка.** Определение степени пригодности природно-ландшафтных условий для проживания человека и какого-либо вида хозяйственной деятельности.

**Экологическая катастрофа.** Неравновесное преобразование окружающей среды, следствием которого является потеря устойчивости (равновесия) экосистемы в результате изменения ее собственных параметров или быстрого изменения внешних факторов. Э. к. возникает на основе прямого или косвенного антропогенного воздействия, а также неблагоприятного или опасного стихийного природного явления.

**Экологическая нагрузка.** Любая возникающая за счет какого-либо воздействия нагрузка в экологической системе, способная вывести ее из естественного (устойчивого) состояния.

**Экологическая ниша.** Определенное положение вида в составе экосистемы и выполнение им определенных функций, обеспечивающих стабильность его популяций, биоценоза и экосистемы в целом.

**Экологическая обстановка (ситуация).** Общее состояние природной среды с точки зрения условий проживания и состояния здоровья людей, существования животных и растений. Каждый из компонентов окружающей среды может быть оценен количественно, но общая оценка ситуации на современном уровне знаний может быть дана только качественная — от нормальной до катастрофической.

**Экологическая опасность.** Вероятность нарушения и деградации окружающей среды, создающих угрозу человеку и его здоровью, возникающих в результате антропогенных воздействий, стихийных бедствий и природных катастроф.

**Экологическая проблема.** Негативное изменение природной среды в результате взаимодействия природы и общества, ведущее к нарушению структуры и функционирования природных систем (ландшафтов) и приводящее к социальным, экономическим и иным последствиям.

**Экологическая экспертиза.** Система предупредительных мер, позволяющих предотвратить вредоносную деятельность со стороны пользователя природных ресурсов. Проводится в виде предварительной проверки соответствия хозяйственных решений, деятельности и ее результатов требованиям охраны окружающей природной среды, рационального пользования природными ресурсами, а также требованиям экологической безопасности общества.

**Экологически значимые факторы.** Свойства или компоненты ландшафта, важные для сохранения здоровья и проживания населения; использования природных ресурсов; сохранения целостности, устойчивости, уникальности и эстетической ценности ландшафтов.

**Экологическая сукцессия.** Последовательная смена экосистем при постепенном направленном изменении условий среды, например,

при нарастании (или убывании) влажности, при изменении климата и т. д.

**Экологические факторы.** Воздействия, которые оказывают непосредственное влияние на характер и интенсивность протекающих в экосистеме процессов. Выделяют *антропогенные* (вызванные человеком) и *природные* (естественные) Э. ф.

**Экологический кризис.** Критическое состояние окружающей среды, вызванное расточительным использованием природных ресурсов (воды, воздуха, почвы, растительного и животного мира) и загрязнением окружающей среды, угрожающие существованию человека.

**Экологический риск.** Вероятность деградации окружающей природной среды или перехода ее в неустойчивое состояние в результате текущей или планируемой хозяйственной деятельности; возможность потери контроля за происходящими экологическими событиями.

**Экологическое благополучие.** Состояние экосистемы, которое характеризуется нормальным воспроизведением ее основных звеньев.

**Экологическое воспитание.** Формирование у людей сознательного отношения к окружающей природной среде, понимания роли и места человека в природе, убежденности в необходимости бережного отношения к ней, разумного использования ее богатств.

**Экологическое образование.** Система обучения населения, направленная на усвоение теории и практики экологии как одной из фундаментальных основ знания о природе и взаимоотношениях в системе «общество — природа».

**Экология** (от греч. *oikos* — дом, жилище и *logos* — учение). Наука о взаимоотношениях живых организмов, а также их естественных групп и сообществ между собой и с окружающей средой обитания. Термин предложен немецким ученым Э. Геккелем в 1866 г.

**Экосистема.** Совокупность живых организмов и среды их обитания, которые функционируют совместно, т. е. происходит обмен веществом и энергией между всеми компонентами живой (биотической) и неживой (абиотической) составляющих системы. Термин впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тэнсли.

**Экоцид.** Интенсивное уничтожение окружающей природной среды (по Н. В. Крутов).

**Экстенсивное хозяйство.** Хозяйство, развивающееся путем нового строительства, использования дополнительных земель, нетронутых природных ресурсов, увеличения числа работающих. Э. х. приносит сначала неплохие результаты при сравнительно низком научно-техническом уровне производства, но быстро приводит к исчерпанию природных и трудовых ресурсов. С повышением научно-технического уровня производства Э. х. уступает место *интенсивному хозяйству*.

**Энергетика.** Совокупность отраслей хозяйства, снабжающих другие отрасли энергоресурсами. В Э. входят все топливные отрасли и электро-энергетика, включая разведку, освоение, производство, переработку и транспортировку источников тепловой и электрической энергии.

**Энергетические ресурсы.** Практически невозобновляемые ресурсы литосферы (нефть, природный газ, каменный и бурый уголь, горючие

сланцы, торф, уран), возобновляемые ресурсы биосферы (древесина), неисчерпаемые ресурсы гидросферы (гидроэнергия) и др. Запасы энергии атомного распада и ядерного синтеза являются фактически неисчерпаемыми.

**Энтомофаги.** Насекомые, истребители других (обычно вредных для человека) насекомых.

**Эоловые процессы.** Разнообразные ландшафтообразующие процессы в природе, связанные с деятельностью ветра.

**Эрозия.** Процесс разрушения горных пород или любых других поверхностей с нарушением их целостности и изменением физико-химических свойств в результате механического истирания и других разнообразных физических и химических явлений. Различают *физическую, химическую и биологическую Э.*; *ветровую и водную Э.*

**Эрозия почвы** (от лат. *erosio* — разъедать). Многообразные процессы разрушения верхнего плодородного слоя почвы и выноса почвенных частиц потоками воды и ветра.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение 1. Некоторые особо охраняемые природные территории Российской Федерации**  
Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2008 году»

### **Государственные природные заповедники Российской Федерации**

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
<b>Заповедники Минприроды России</b>			
Азас	1985	333,884	Республика Тыва
Алтайский	1932	881,238	Республика Алтай
Астраханский*	1919	67,917	Астраханская область
Байкало-Ленский	1986	659,919	Иркутская область
Байкальский*	1969	165,724	Республика Бурятия
Баргузинский*	1916	374,346	Республика Бурятия
Басеги	1982	37,957	Пермский край
Бастак	1997	91,771	Еврейская автономная область
Башкирский	1930	49,609	Республика Башкортостан
Белогорье	1999	2,131	Белгородская область
Богдинско-Баскунчакский	1997	18,525	Астраханская область
Болоньский	1997	103,600	Хабаровский край



Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Большая Кокшага	1993	21,428	Республика Марий Эл
Большехехцирский	1963	45,439	Хабаровский край
Большой Арктический	1993	4 169,222, в том числе 980,934 — морская акватория	Красноярский край
Ботчинский	1994	267,380	Хабаровский край
Брянский лес*	1987	12,186	Брянская область
Буреинский	1987	358,444	Хабаровский край
Верхне-Тазовский	1986	631,308	Ямало-Ненецкий автономный округ
Висимский*	1971	33,501	Свердловская область
Витимский	1982	585,021	Иркутская область
Вишерский	1991	241,200	Пермский край
Волжско-Камский	1960	10,091	Республика Татарстан
Воронежский*	1927	31,053	Воронежская область, Липецкая область
Воронинский	1994	10,320	Тамбовская область
Гыданский	1996	878,174	Ямало-Ненецкий автономный округ
Дагестанский	1987	19,061, в том числе 18,485 — морская акватория	Республика Дагестан

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Дарвинский*	1945	112,673	Вологодская область, Ярославская область
Даурский*	1987	45,790	Забайкальский край
Денежкин Камень	1991	78,192	Свердловская область
Джержинский	1992	238,088	Республика Бурятия
Джугджурский	1990	859,956, в том числе 53,700 — морская акватория	Хабаровский край
Жигулевский*	1927	23,157	Самарская область
Зейский	1963	99,430	Амурская область
Кабардино-Балкарский высокогорный	1976	53,300	Кабардино-Балкарская Республика
Кавказский*	1924	280,335	Краснодарский край, Республика Адыгея, Карачаево-Черкесская Республика
Калужские засеки	1992	18,533	Калужская область
Кандалакшский	1932	70,527, в том числе 49,580 — морская акватория	Мурманская область, Республика Карелия
Катунский*	1991	151,678	Республика Алтай
Кедровая Падь *	1925	18,045	Приморский край
Керженский*	1993	46,857	Нижегородская область

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Кивач	1931	10,880	Республика Карелия
Кологривский лес	2006	58,940	Костромская область
Командорский*	1993	3 648,679, в том числе 3 362,900 — морская акватория	Камчатский край
Комсомольский	1963	64,413	Хабаровский край
Корякский	1995	327,156, в том числе 83,000 — морская акватория	Камчатский край
Костомукшский	1983	47,457	Республика Карелия
Кроноцкий*	1934	1 142,134, в том числе 135,000 — морская акватория	Камчатский край
Кузнецкий Алатау	1989	412,900	Кемеровская область
Курильский	1984	65,365, в том числе 1,166 — морская акватория	Сахалинская область
Лазовский	1957	120,998	Приморский край
Лапландский*	1930	278,435	Мурманская область
Магаданский	1982	883,817	Магаданская область
Малая Сосьва	1976	225,562	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра

Название	Год создания	Площадь, тыс га	Местоположение
Мордовский	1936	32,148	Республика Мордовия
Ненецкий	1997	313,400, в том числе 181,900 — морская акватория	Ненецкий автономный округ
Нижне-Свирский	1980	41,615	Ленинградская область
Норский	1998	211,168	Амурская область
Нургуш	1994	5,653	Кировская область
Окский*	1935	55,744	Рязанская область
Олекминский	1984	847,108	Республика Саха (Якутия)
Оренбургский	1989	21,653	Оренбургская область
Остров Врангеля	1976	2 225,640, в том числе 1 154,300 — морская акватория	Чукотский автономный округ
Пасвик	1992	14,728	Мурманская область
Печоро-Ильчский*	1930	721,322	Республика Коми
Пинежский	1974	51,522	Архангельская область
Полистовский	1994	37,983	Псковская область
Поронайский	1988	56,695, в том числе 42,218 — морская акватория	Сахалинская область
Приволжская лесостепь	1989	8,373	Пензенская область

Название	Год создания	Площадь, тыс га	Местоположение
Приокско-Тerrasный*	1945	4,945	Московская область
Присурский	1995	9,148	Чувашская Республика
Путоранский	1988	1 887,251	Красноярский край
Рлейский	1994	36,922	Новгородская область
Ростовский	1995	9,531	Ростовская область
Саяно-Шушенский*	1976	390,368	Красноярский край
Северо-Осетинский	1967	29,530	Республика Северная Осетия — Алания
Сихотэ-Алиньский*	1935	401,428, в том числе 42,900 — морская акватория	Приморский край
Сохондинский*	1973	210,988	Забайкальский край
Столбы	1925	47,219	Красноярский край
Таймырский*	1979	1 781,928	Красноярский край
Тебердинский*	1936	85,064	Карачаево-Черкесская Республика
Тигирекский	1999	41,445	Алтайский край
Тунгусский	1995	296,562	Красноярский край
Убсунурская котловина*	1993	323,198	Республика Тыва
Усть-Ленский	1985	1 433,000	Республика Саха (Якутия)

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Хакасский	1999	267,565	Республика Хакасия
Ханкайский	1990	39,289	Приморский край
Хинганский	1963	97,073	Амурская область
Хоперский	1935	16,178	Воронежская область
Центрально-Лесной*	1931	24,447	Тверская область
Центральносибирский	1985	1 018,849	Красноярский край
Центрально-Черноземный*	1935	5,288	Курская область
Черные земли*	1990	121,482	Республика Калмыкия
Шульган-Таш	1986	22,531	Республика Башкортостан
Эрзи	2000	5,970	Республика Ингушетия
Юганский	1982	648,636	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра
Южно-Уральский	1978	252,824	Республика Башкортостан, Челябинская область
<b>Заповедники Минобрнауки России</b>			
Галичья Гора	1925	0,235	Липецкая область
<b>Заповедники Российской академии наук</b>			
Дальневосточный морской*	1978	64,212, в том числе 63,000 — морская акватория	Приморский край

*Продолжение табл.*

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Ильменский	1920	30,380	Челябинская область
Уссурийский	1932	40,432	Приморский край

\* Государственный природный биосферный заповедник (биосферный резерват ЮНЕСКО).

### **Национальные парки Российской Федерации**

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Алания	1998	55,410	Республика Северная Осетия — Алания
Алханай	1999	138,234	Забайкальский край
Ануйский	2007	429,370	Хабаровский край
Башкирия	1986	82,300	Республика Башкортостан
Бузулукский бор	2007	106,788	Оренбургская область, Самарская область
Валдайский*	1990	158,461	Новгородская область
Водлозерский*	1991	468,193	Республика Карелия, Архангельская область
Забайкальский	1986	267,177	Республика Бурятия
Зов тигра	2007	82,152	Приморский край
Зюраткуль	1993	88,249	Челябинская область
Калевальский	2006	74,343	Республика Карелия
Кенозерский*	1991	139,663	Архангельская область
Куршская коса	1987	6,621	Калининградская область

Продолжение табл.

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Лосиный остров	1983	12,881	Москва, Московская область
Марий Чодра	1985	36,875	Республика Марий Эл
Мещера	1992	118,758	Владимирская область
Мещерский	1992	103,014	Рязанская область
Нечкинский	1997	20,752	Удмуртская Республика
Нижняя Кама	1991	26,601	Республика Татарстан
Орловское Полесье	1994	77,745	Орловская область
Паанаярви	1992	104,473	Республика Карелия
Плещеево озеро	1988	23,573	Ярославская область
Прибайкальский	1986	417,297	Иркутская область
Припышминские боры	1993	48,730	Свердловская область
Приэльбрусье	1986	101,200	Кабардино-Балкарская Республика
Русский Север	1992	166,400	Вологодская область
Самарская Лука*	1984	127,186	Самарская область
Себежский	1996	51,183	Псковская область
Смоленское Поозерье*	1992	146,237	Смоленская область
Смольный	1995	36,385	Республика Мордовия
Сочинский	1983	188,628	Краснодарский край
Таганай	1991	56,843	Челябинская область
Тункинский	1991	1 183,662	Республика Бурятия
Угра*	1997	98,623	Калужская область



Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Удэгейская легенда	2007	88,600	Приморский край
Хвалынский	1994	25,514	Саратовская область
Чаваш Вармане	1993	25,200	Чувашская Республика
Шорский	1989	413,843	Кемеровская область
Шушенский бор	1995	39,170	Красноярский край
Югыд Ва	1994	1 891,701	Республика Коми

\* Биосферный резерват ЮНЕСКО.

### Государственные природные заказники федерального значения

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Аграханский	1983	39,000	Республика Дагестан
Алтачейский	1984	60,000	Республика Бурятия
Баджальский	1987	275,000	Хабаровский край
Баировский	1959	57,000	Омская область
Леопардовый	2008	169,429	Приморский край
Кабанский	1974	12,100	Республика Бурятия
Фролихинский	1988	109,700	Республика Бурятия
Самурский	1982	11,200	Республика Дагестан
Тляратинский	1986	83,500	Республика Дагестан
Ингушский	1971	80,700	Республика Ингушетия
Меклетинский	1988	102,500	Республика Калмыкия
Сарпинский	1987	195,900	Республика Калмыкия
Харбинский	1187	193,900	Республика Калмыкия
Даутский	1986	74,900	Карачаево-Черкесская Республика

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Кижский	1989	50,000	Республика Карелия
Олонецкий	1986	27,000	Республика Карелия
Цейский	1958	29,950	Республика Северная Осетия — Алания
Советский	1986	100,500	Чеченская Республика
Сочинский	1993	48,402	Краснодарский край
Приазовский	1958	42,200	Краснодарский край
Елогуйский	1987	747,600	Красноярский край
Ольджиканский	1988	159,700	Хабаровский край
Тумнинский	1987	143,100	Хабаровский край
Удьяль	1988	100,400	Хабаровский край
Хехцирский	1959	102,000	Хабаровский край
Хингано-Архаринский	1958	52,800	Амурская область
Орловский	1999	121,456	Амурская область
Земля Франца-Иосифа	1994	4 200,000, в том числе 2 600,0 — морская акватория	Архангельская область
Сийский	1988	43,000	Архангельская область
Клетнянский	1983	39,100	Брянская область
Клязьминский	1978	21,000	Владимирская область, Ивановская область
Муромский	1968	56,200	Владимирская область
Каменная степь	1996	5,232	Воронежская область
Воронежский	1958	23,000	Воронежская область
Тофаларский	1988	132,700	Иркутская область
Государственный комплекс «Таруса»	2002	46,900	Калужская область

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Южно-Камчатский	1983	322,000, в том числе 97,0 — морская акватория	Камчатский край
Сумароковский	1999	36,176	Костромская область
Курганский	1985	31,846	Курганская область
Мшинское болото	1982	60,461	Ленинградская область
Канозёрский	1989	65,667	Мурманская область
Мурманский тундровый	1988	295,000	Мурманская область
Туломский	1987	33,700	Мурманская область
Кирзинский	1958	119,808	Новосибирская область
Степной	1971	75,000	Омская область
Ремловский	1985	74,712	Псковская область
Цимлянский	1983	45,000	Ростовская область
Рязанский	1987	36,000	Рязанская область
Саратовский	1983	44,300	Саратовская область
Малые Курилы	1983	45,000, в том числе 25,200 — морская акватория	Сахалинская область
Томский	1988	50,000	Томская область
Белозерский	1986	17,850	Тюменская область
Тюменский	1958	53,600	Тюменская область
Старокулаткинский	1985	20,100	Ульяновская область
Сурский	1985	22,266	Ульяновская область
Цасучейский бор	1988	57,900	Забайкальский край
Буркальский	1988	195,700	Забайкальский край

Окончание табл.

Название	Год создания	Площадь, тыс. га	Местоположение
Ярославский	1958	17,000	Ярославская область
Ненецкий	1985	440,000, в том числе 120,000 — морская акватория	Ненецкий автономный округ
Пуринский	1988	787,500	Красноярский край
Североземельский	1996	421,701	Красноярский край
Красный Яр	2000	49,120	Иркутская область
Верхне-Кондинский	1971	241,600	Ханты-Мансийский автономный округ
Васпухольский	1993	93,205	Ханты-Мансийский автономный округ
Елизаровский	1982	76,600	Ханты-Мансийский автономный округ
Лебединый	1984	390,000	Чукотский автономный округ
Куноватский	1985	220,000	Ямало-Ненецкий автономный округ
Надымский	1986	564,000	Ямало-Ненецкий автономный округ
Нижне-Обский	1985	128,000	Ямало-Ненецкий автономный округ

## **Приложение 2. Международные экологические организации, программы, проекты, документы, конференции**

### **Принятые сокращения (В. В. Снакин, 2000, с доп.)**

- АБИВ — Азиатское бюро по водно-болотным угодьям.  
АМАП — Программа по мониторингу и оценке окружающей среды Арктики.  
ВВФ — Всемирный фонд дикой природы.  
ВМО — Всемирная метеорологическая организация.  
ВОЗ — Всемирная организация ООН по вопросам здравоохранения.  
ВСОП — Всемирная стратегия охраны природы.  
ВФПА — Всемирная федерация защиты животных.  
ВЦМОП — Всемирный центр мониторинга охраны природы.  
ГЛОУБ — Международная научно-образовательная программа под эгидой США «Глобальное изучение и наблюдения для улучшения окружающей среды».  
ГРИД — ЮНЕП — Глобальная информационная база данных о ресурсах.  
ГСМОС — Глобальная система мониторинга окружающей среды.  
ГСНК — Глобальная система наблюдений за климатом.  
ГСНО — Глобальная служба наблюдения за океаном.  
ГЭФ — Глобальный экологический фонд.  
ЕЕА — Европейское агентство по охране окружающей среды.  
ЕМЕП — Совместная программа мониторинга и оценки распространения загрязнения воздуха на большие расстояния в Европе.  
ЕСОПТ — Европейский союз по охране прибрежных территорий.  
ИНФОТЕРРА — Международная информационная система по окружающей среде.  
ИСПА — Международное общество охраны животных.  
КАФФ — Программа «Охрана арктической флоры и фауны».  
КОСР-92 — Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.).  
МАБ — Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера».  
МАГАТЭ — Международное агентство по атомной энергии.  
МАИЗВ — Международная ассоциация по исследованию загрязнения воды.  
МБИВ — Международное бюро по изучению водоплавающих птиц и водно-болотных угодий.  
МБС — Международный биологический союз.  
МЗК — Международный зеленый крест.  
МКОСР — Международная комиссия по окружающей среде и развитию.  
МСОП — Всемирный союз охраны природы.  
МФОДЖ — Международный фонд по охране диких животных.  
МЦОС — Международный центр по окружающей среде.  
ООФФ — Общество охраны фауны и флоры.  
ПАМЕ — Программа по защите морской среды Арктики от источников загрязнения.

СИТЕС — Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения.  
СКОПЕ — Научный комитет по проблемам окружающей среды.  
ФАО — Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН.  
Хабитат — Центр ООН по населенным пунктам.  
ХЕЛКОМ — Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря.  
ЮНЕП — Программа ООН по окружающей среде.  
ЮНЕСКО — Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры.  
ЮНСЕД — Конференция ООН по окружающей среде и развитию.

### **Международные экологические организации и проекты в области охраны окружающей среды**

Азиатское бюро по водно-болотным угодьям (АБИВ, 1995).  
Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (1983).  
Всемирная метеорологическая организация (1947).  
Всемирная организация ООН по вопросам здравоохранения (ВОЗ, 1946).  
Глобальная организация законодателей за сбалансированную окружающую среду (ГЛОБЕ) (1989).  
Глобальный экологический фонд (ГЭФ)  
Гринпис (1971).  
Европейская федерация по охране природы и животных (1990).  
Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) (1947).  
Европейский союз по охране прибрежных территорий (ЕСОПТ, 1989).  
Европейское агентство по окружающей среде (1990).  
Европейское бюро по окружающей среде (1974).  
Комиссия ООН по устойчивому развитию (1993).  
Комиссия по глобальному управлению (1992).  
Конференция ООН по окружающей среде и развитию (ЮНСЕД, 1989).  
Международное бюро по изучению водоплавающих птиц и водно-болотных угодий (МБИВ, 1954).  
Международный зеленый крест (МЗК, 1993).  
Международный союз охраны природы (МСОП, 1948).  
Общество охраны фауны и флоры (ООФФ, 1903).  
Организация защиты растений Европы и Средиземноморья (1951).  
Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП, 1972).  
Программа ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ, 1971).  
Федерация природных и национальных парков Европы (1973).  
Центр ООН по населенным пунктам («Хабитат», 1976).

### **Конвенции и соглашения**

Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их утилизации (Базель, Швейцария, 1989).

- Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб (Вена, Австрия, 1963).
- Конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, Бразилия, 1992).
- Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве местобитаний водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция) (Рамсар, Иран, 1971).
- Конвенция о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду (Женева, Швейцария, 1977).
- Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС) (Вашингтон, США, 1973).
- Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, Швейцария, 1979).
- Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия (Париж, Франция, 1972).
- Конвенция об охране дикой фауны и флоры и природных сред обитания в Европе (Бернская конвенция) (Берн, Швейцария, 1979).
- Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (Боннская конвенция) (Бонн, Германия, 1979).
- Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте (Эспо, Финляндия, 1991).
- Конвенция по борьбе с опустыниванием (Париж, Франция, 1994).
- Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря (ХЕЛКОМ) (Хельсинки, Финляндия, 1974).
- Конвенция по защите Черного моря от загрязнения (Бухарестская конвенция) (Бухарест, Румыния, 1992).
- Международная конвенция по регулированию китобойного промысла (Вашингтон, США, 1946).
- Рамочная Конвенция ООН об изменении климата (Нью-Йорк, США, 1992).
- Соглашение о сотрудничестве в области изучения, разведки и использования минерально-сырьевых ресурсов (Москва, 1997).
- Соглашение об охране белых медведей (Осло, Норвегия, 1973).
- Соглашение об охране малых китов Балтийского и Северного морей (Нью-Йорк, США, 1992).
- Стратегия защиты окружающей среды Арктики (Рованиemi, Финляндия, 1991).

**Приложение 3. Участие России в реализации основных международных экологических программ, проектов и многосторонних конвенций**

**Международные организации и программы**

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)	Экологическая оценка состояния окружающей среды и воздействия на нее	Участие в реализации проектов «Комплексное управление окружающей средой Волго-Камского региона», «Модельный национальный план реагирования в чрезвычайных ситуациях», «Поддержка деятельности по борьбе с опустыниванием в странах СНГ», «Гармонизация природоохранительного законодательства», «Устойчивое развитие городов»
Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН)	Выполнение решений 4-й конференции министров «Окружающая среда для Европы» в Орхусе	Проведение в Москве в декабре 1999 г. Общевропейского совещания «Развитие системы экологического мониторинга в Европейском регионе»
Программа развития ООН (ПРООН) — программы по сохранению биоразнообразия	Сохранение биоразнообразия	Участие в реализации проектов, связанных с сохранением биоразнообразия
ЮНЕСКО — программы в области развития образования и др.	Развитие экологического образования, системы особо охраняемых природных территорий, преодоление последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС 1986 г.	Участие в проекте «Концепция экологического образования». Проведение в Москве в 1999 г. семинара по основным формам и направлениям сотрудничества в области экологического образования на постсоветском пространстве. Проведение в России в 2000 г. семинара по биосферным заповедникам. Участие в реализации программы «ЮНЕСКО-Чернобыль»



Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Совет Европы (СЕ)	Охрана почв, ландшафтного и биологического разнообразия, естественной среды обитания; особо охраняемые территории; развитие транспорта и туризма с учетом задач сохранения качества окружающей среды	Участие в поиске решений экологических проблем, рассматриваемых в рамках проектов СЕ. Ряду российских государственных природных заповедников (Костомукшский, Окский, Тебердинский, Центрально-Черноземный и др.) присужден Европейский диплом
Европейский Союз (ЕС). Ряд программ ЕС, имеющих целенаправленную или сопутствующую экологическую значимость, в том числе и Программа технического содействия ЕС новым независимым государствам (ТАСИС)	Развитие и начало действия Соглашения о партнерстве и сотрудничестве между РФ и ЕС. Вопросы гармонизации экологического законодательства и стандартов, глобального изменения климата, экологического мониторинга, комплексные и отраслевые проблемы охраны окружающей среды	Создание Комитета сотрудничества России и ЕС и его подкомитетов, в том числе по энергетике, ядерной безопасности, окружающей среде и др. Участие в ежегодных встречах министров охраны окружающей среды ЕС
Всемирный союз охраны природы (МСОП)	Содействие устойчивому развитию через сохранение и восстановление биологического и ландшафтного разнообразия и разумное использование природных ресурсов в России и других странах СНГ	Создан и официально признан Национальный комитет МСОП

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Международная организация по изучению водно-болотных угодий	Стратегия сохранения водно-болотных угодий	Подготовка и обоснование стратегии сохранения водно-болотных угодий России
Международные программы по Арктике, в том числе Программа сохранения арктической флоры и фауны (КАФФ)	Сохранение экосистем Арктики	Сохранение морских экосистем Арктики. Участие в разработке проекта Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Интегрированный экосистемный подход к сохранению биоразнообразия и минимизации фрагментации мест обитания в Российской Арктике»
Межгосударственный экологический совет стран СНГ (МЭС СНГ)	Экология стран СНГ	Разработка и реализация проектов «Межгосударственная программа создания и развития системы экологического мониторинга на территории государств — участников СНГ», «Конвенция об экологической безопасности», «Издание Красной книги СНГ», «Соглашение о создании единой системы классификации и кодирования промышленных отходов в странах СНГ», «Программа создания Межгосударственной экологической информационной системы»

### Многосторонние конвенции и соглашения

Конвенция	Основные направления сотрудничества	Формы участия России
Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие	Борьба с загрязнением воздуха	Рассмотрение вопроса об участии России в реализации Протокола о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном. Функцио-

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
расстояния (ТГЗВ)		нирование в Москве Метеорологического синтезирующего центра «Восток», который осуществляет весь комплекс работ по моделированию переноса на большие расстояния тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей и обеспечивает Стороны Конвенции расчетами о выпадении данных ингредиентов по схеме «страна на страну». Представление Россией в Секретариат Конвенции и ее центры данных по выбросам основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух
Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базельская конвенция)	Экологическое обоснование управления опасными отходами. Разработка финансовых механизмов реализации программ Сторон Конвенции	Участие в выполнении Протокола об ответственности и компенсации ущерба, причиненного в результате трансграничной перевозки опасных отходов и их удаления (1999 г.). Участие в проекте «Технические руководящие принципы физико-технической обработки, биологической обработки, идентификации и рационального обращения с бывшими в употреблении шинами»
Конвенция о Международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС)	Координация и контроль экспорта, импорта, реэкспорта видов фауны и флоры, учет национальных богатств фауны и флоры	Оперативное решение на национальном уровне текущих и перспективных задач и осуществление проектов, в том числе содействие проведению в Дальневосточном экономическом районе России технической миссии Секретариата СИТЕС по вопросам сохранения амурского тигра в 1999 г.

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве мест обитания водоплавающих птиц (Рамсарская конвенция)	Мониторинг и планирование управления водно-болотными угодьями	Мониторинг и планирование управления водно-болотными угодьями ряда регионов (и их частей) России, решение отдельных проблем сохранения, улучшения использования водно-болотных угодий России в целом и ее частей с привлечением дополнительных финансовых средств зарубежных спонсоров
Конвенция об охране мигрирующих видов диких животных (Боннская) и Конвенция об охране дикой фауны и флоры, природных сред обитания в Европе (Бернская)	Охрана мигрирующих видов диких животных, в целом дикой фауны и флоры	Начало пилотного проекта по развитию Европейской экологической сети «Эмеральд» на территории России, подготовка и начало реализации регионального проекта по сохранению сибирского журавля
Конвенция об охране всемирного культурного и природного наследия	Сохранение существующих российских объектов всемирного природного наследия	Сохранение и увеличение числа объектов в России, включенных в перечень сокровищ всемирного природного и культурного наследия. Участие в учебно-образовательной деятельности по управлению объектами всемирного природного наследия
Международная конвенция по регулированию китобойного промысла	Охрана китов, установление и соблюдение квот на промысел китов. Решение комплекса проблем, связанных с абorigенным промыслом китообразных	Решение Россией задачи обеспечения добычи видов китов для нужд малочисленных коренных народов Российского Севера. Установление и выполнение квот на традиционный промысел серых и гренландских китов

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов	Меры по предотвращению загрязнения морей и океанов	Выполнение обязательств России по недопущению сброса в морскую среду жидких радиоактивных отходов (ЖРО), образующихся при эксплуатации и утилизации соответствующих судов Военно-морского флота РФ. Россия придерживается моратория на сброс ЖРО
Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием	Сдерживание процессов опустынивания	Разработка приемов и методов, проведение конкретных кампаний действий по борьбе с увеличением площадей пустынь в России и во всем мире
Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном воздействии промышленных аварий	Сокращение трансграничного воздействия промышленных аварий, совершенствование национального законодательства в данной области, повышение готовности к предотвращению промышленных аварий и к ликвидации их последствий	Участие Российской стороны в соблюдении статей Конвенции на национальном уровне и в обеспечении ее выполнения на глобальном уровне
Конвенция ЕЭК ООН по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер	Проблемы сохранения и улучшения качества воды и здоровья населения	Участие в реализации совместного проекта ПРООН и ГЭФ «Подготовка стратегической программы действий для бассейна реки Днепр и разработка механизма ее реализации», проекта по бассейну Западная Двина — Даугава и др.
Конвенция по защите морской среды района Балтийского моря	Предотвращение загрязнения и разрушения морской среды Балтийского моря	Координация совместных программ по сокращению нагрузки от точечных источников

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
Конвенция по защите Черного моря от загрязнения (Бухарестская конвенция)	Борьба с загрязнением Черного моря	Защита Черного моря от загрязнений, в том числе участие в реализации Черноморско-Дунайского проекта по оценке нагрузки загрязнений р. Дунай на экосистему Черного моря
Рамочная конвенция по защите морской среды Каспийского моря (Тегеранская конвенция)	Природоохранная деятельность в регионе Каспийского моря	Участие в разработке межгосударственных соглашений по охране окружающей природной среды Каспия, выполнение национального компонента в комплексном международном проекте «Каспийская экологическая программа», участие в подготовке и начале реализации под эгидой ЮНЕП проекта Рамочной конвенции по защите морской среды Каспийского моря. Вынесение на парламентские слушания РФ вопросов природоохранной и хозяйственной деятельности на Каспии
Рамочная конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол к Конвенции	Крупномасштабные мероприятия по повышению энергоэффективности в топливно-энергетическом комплексе, промышленных процессах, на транспорте, в муниципальном секторе, по расширению лесохозяйственной деятельности. Использование предусмотренных Киотским протоколом рыночных механизмов торговли квотами на выбросы парниковых газов и проектной дея-	Совместно с иностранными партнерами проведение инвентаризации выбросов парниковых газов во всех секторах экономики ряда регионов России (например, в Новгородской области). Подготовка научно-методического обоснования и разработка финансово-экономических механизмов решения проблем глобального изменения климата

Организация, программа	Важнейшие направления сотрудничества	Формы участия России
	тельности с переуступкой квот	
Венская конвенция об охране озонового слоя и Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой	Ограничение производства и потребления веществ, разрушающих озоновый слой	Разработка и внедрение в хозяйственную деятельность Перечня неотложных мер по поэтапному сокращению производства и потребления озоноразрушающих веществ в Российской Федерации в 1999—2000 годах

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арустамов Э.А.* Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, И.В. Левакова, М.В. Беркалова. — Смоленск : Изд-во Смоленского государственного университета, 2002. — 236 с.
- Биосфера и человечество на пути к диалогу / [К.С. Лосев и др.] — М. : Изд-во МГУ, 2001. — 192 с.
- Братков В.В.* Геоэкология / В.В. Братков, Н.И. Овдиенко. — М. : Высшая школа, 2006. — 271 с.
- Вернадский В.И.* Биосфера. Мысли и наброски. — М. : Ноосфера, 2001. — 672 с.
- Винокурова Н.Ф.* Глобальная экология / Н.Ф. Винокурова, В.В. Трушин. — М. : Просвещение, 1998. — 270 с.
- Вода и воздух Москвы. Школьная практическая экология / [С.А. Ушаков и др.]. — М. : Готика, 1999. — 152 с.
- Вольский В.В.* Социально-экономическая география зарубежного мира. — М. : Дрофа, 2001. — 560 с.
- Воронов А.Г.* Биogeография с основами экологии / А.Г. Воронов, Н.Н. Дроздов. — М. : Изд-во МГУ, 2002. — 392 с.
- Геоэкологический словарь / [С.А. Ушаков и др.]. — М. : Готика, 2001. — 206 с.
- Голубев Г.Н.* Геоэкология. — М. : ГЕОС, 1999. — 338 с.
- Горшков С.П.* Концептуальные основы геоэкологии. — Смоленск : Изд-во Смоленского государственного университета, 1998. — 448 с.
- Государственный доклад. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году. — М. : АНО «Центр международных проектов», 2007. — 499 с.
- Давыдова С.Л.* Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С.Л. Давыдова, В.И. Тагасов. — М. : Изд-во РУДН, 2002. — 140 с.
- Демина Т.А.* Экология, природопользование, охрана окружающей среды. — М. : Аспект-Пресс, 1994. — 160 с.
- Дронов В.П.* Экономическая и социальная география / В.П. Дронов, В.П. Максаковский. — М. : Просвещение, 1994. — 208 с.
- Камерилова Г.С.* Экология города. — М. : Просвещение, 1997. — 192 с.
- Катастрофы и общество / [Ю.Л. Воробьев и др.]. — М. : Контакт-Культура, 2000. — 332 с.
- Кац Я.Г.* Экологические основы природопользования / Я.Г. Кац, Н.Г. Комарова, И.С. Ушакова. — М. : Изд-во МГУ, 2000. — 208 с.
- Комарова Н.Г.* Основные идеи концепции экологического воспитания личности / Н.Г. Комарова // Жизнь Земли. Синергетика, экология. — М. : Изд-во МГУ, 2001. — 351 с.



- Короновский Н. В.* Геология / Н. В. Короновский, Н. Г. Ясаманов. — М. : Издательский центр «Академия», 2003. — 448 с.
- Кочуров Б. И.* Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. — Смоленск : Изд-во Смоленского государственного университета, 1999. — 154 с.
- Куракова Л. И.* Антропогенные ландшафты. — М. : Изд-во МГУ, 1976. — 216 с.
- Лавров С. Б.* Глобальная география / С. Б. Лавров, Ю. Н. Гладкий. — М. : Дрофа, 1997. — 352 с.
- Липец Ю. Г.* География мирового хозяйства / Ю. Г. Липец, В. А. Пуляркин, С. Б. Шлихтер. — М. : ВЛАДОС, 1999. — 400 с.
- Львович М. И.* Вода и жизнь. — Л. : Гидрометеоздат, 1986. — 253 с.
- Максаковский В. П.* Географическая картина мира: в 2 ч. — Ярославль : Добро, 1993. — Ч. 1. — 304 с.
- Максаковский В. П.* Физическая и экономическая география мира / В. П. Максаковский, Н. Н. Петрова. — М. : Айрис-пресс, 1999. — 224 с.
- Моисеев Н. Н.* Быть или не быть человечеству. — М. : МНЭПУ, 1999. — 288 с.
- Никаноров А. М.* Глобальная экология / А. М. Никаноров, Т. А. Хоружая. — М. : ПРИОР, 2001. — 285 с.
- Обзор загрязнения природной среды в Российской Федерации. — М. : Росгидромет, 2006. — 191 с.
- Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия / [В. И. Данилов-Данильян и др.]. — М. : Космосинформ, 1994. — 134 с.
- Природные опасности России. Гидрометеорологические опасности. — М. : Крук, 2001. — 296 с.
- Природные опасности России. Природные опасности и общество. — М. : Крук, 2002. — 248 с.
- Природопользование / [Н. Ф. Винокурова и др.]. — М. : Просвещение, 1995. — 255 с.
- Проблемы экологии России / [К. С. Лосев и др.]. — М. : ВИНТИ, 1993. — 350 с.
- Протасов В. Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России. — М. : Финансы и статистика, 2001. — 672 с.
- Ратанова М. П.* Экологические основы общественного производства. — Смоленск : Изд-во Смоленского государственного университета, 1999. — 176 с.
- Реймерс Н. Ф.* Природопользование. Словарь-справочник. — М. : Мысль, 1990. — 637 с.
- Родионова И. А.* Глобальные проблемы человечества. — М. : Аспект-Пресс, 1995. — 158 с.
- Романова Э. П.* Природные ресурсы мира / Э. П. Романова, Л. И. Куракова, Ю. Г. Ермаков. — М. : Изд-во МГУ, 1993. — 304 с.
- Скиннер Б.* Хватит ли человечеству земных ресурсов? — М. : Мир, 1989. — 264 с.
- Снакин В. В.* Экология и охрана природы. — М. : Академия, 2000. — 384 с.

Социальные, экономические и экологические аспекты устойчивого развития городов. — М. : Знание, 1999. — 270 с.

Устойчивое развитие мегаполиса в условиях природного и техногенного рисков / [Н. Г. Комарова и др.]. — М. : Готика, 2002. — 177 с.

Учение о природных опасностях и катастрофах / [Н. Г. Комарова и др.]. — М. : Готика, 2005. — 312 с.

*Ушаков С. А.* Москвоведение. Природа и экология / С. А. Ушаков, Н. Г. Комарова, Л. В. Ромина. — М. : Изд-во МГУ, 1997. — 206 с.

*Холина В. Н.* География человеческой деятельности. — М. : Просвещение, 1995. — 320 с.

*Чернов А. В.* География / А. В. Чернов, М. О. Полякова. — М.: ФКК, 1998. — 192 с.

*Чернова Н. М.* Основы экологии / Н. М. Чернова, В. М. Галушин, В. М. Константинов. — М. : Просвещение, 1997. — 240 с.

Экологическое состояние территории России / [В. П. Бондарев и др.]. — М. : Издательский центр «Академия», 2001. — 128 с.

Экология, охрана природы, экологическая безопасность / под ред. А. Г. Никитина. — М. : МНЭПУ, 2000. — 648 с.

Эколого-экономические проблемы России и ее регионов. — М. : Московский лицей, 2002. — 288 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	5
<b>Глава 1. Основные понятия и определения.....</b>	<b>9</b>
1.1. Предмет изучения курса «Геоэкология и природопользование».....	9
1.2. Экология — научная основа рационального природопользования.....	10
1.3. Геоэкология как новое междисциплинарное научное направление.....	11
1.4. Природопользование — практика хозяйствования и научная стратегия.....	12
1.5. Роль географии в решении экологических проблем.....	13
<b>Глава 2. Природа и природные ресурсы.....</b>	<b>17</b>
2.1. Природа в жизни человека.....	17
2.2. Классификация природных ресурсов.....	32
2.3. Природно-ресурсный потенциал территории.....	35
2.4. Хозяйственная деятельность и изменение природных ресурсов....	37
<b>Глава 3. Взаимодействие человека и природы на разных этапах развития общества.....</b>	<b>44</b>
3.1. Исторические этапы воздействия общества на окружающую среду.....	44
3.2. Изменение природы человеком в новейшее время.....	51
3.3. Глобальный экологический кризис современности и его проявления на планете.....	55
<b>Глава 4. Специфика геоэкологических проблем различных сфер материального производства.....</b>	<b>80</b>
4.1. Геоэкологические аспекты урбанизации.....	80
4.2. Экологизация промышленных производств.....	91
4.3. Геоэкологические проблемы энергетики.....	110
4.4. Проблемы оптимизации водного хозяйства.....	120
4.5. Транспорт как фактор воздействия на окружающую среду.....	140
4.6. Геоэкологические аспекты сельскохозяйственного производства.....	148
4.7. Геоэкологические основы промышленного лесопользования.....	166

<b>Глава 5. Проблемы рекреационного природопользования</b> .....	183
5.1. Рекреационные ресурсы и территории .....	183
5.2. Рациональная организация пространства для рекреационных целей.....	185
<b>Глава 6. Использование и охрана ресурсов дикой фауны и флоры с позиций сохранения биологического разнообразия планеты</b> .....	187
6.1. Сокращение биологических ресурсов планеты .....	187
6.2. Пути сохранения биоразнообразия Земли .....	192
<b>Глава 7. Перспективы развития системы «общество — природа»</b> .....	199
Словарь терминов.....	209
Приложение 1. Некоторые особо охраняемые природные территории Российской Федерации.....	226
Приложение 2. Международные экологические организации, программы, проекты, документы, конференции.....	239
Приложение 3. Участие России в реализации основных международ- ных экологических программ, проектов и многосто- ронних конвенций.....	242
Список литературы.....	250