

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОУ ВПО " Пермский государственный университет "

Г. А. Воронов

Введение в экологию и природопользование
Учебное пособие

печатается по решению редакционного совета
Пермского государственного университета

Пермь 2006

УДК [502.33+574](075.8)

ББК 20.18я73

В754

Воронов, Г. А.

В754 Введение в экологию и природопользование: учеб. пособие/Г.А. Воронов; Перм. ун-т. – Пермь, 2006. – 133с.

ISBN 5– 7944 – 0630 – 5

В пособии излагаются основные положения экологии о строении биосферы, экосистем, взаимодействии организмов и среды. Описаны особенности физических, химических, биологических воздействий на природу и здоровье человека. Дается представление об экозащитных технике и технологиях. Охарактеризованы общие принципы рационального использования природных ресурсов и охраны природы.

Учебное пособие предназначено для студентов младших курсов экологических специальностей университетов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Пермского государственного университета

Рецензенты:

д-р биологических наук, проф. кафедры зоологии Перм. гос. пед. ун-та А. И. Шураков;

д-р геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник института экологии и генетики микроорганизмов УРО РАН, проф. А. А. Оборин

Оглавление

Введение.....	3
1. Экология. Определения. Основные понятия.....	3
2. Биосфера.....	11
3. Экосистемы.....	26
4. Организм и среда.....	42
5. Загрязнение окружающей среды.....	54
6. Особенности загрязнения атмосферы.....	63
7. Загрязнение воды и почвы.....	76
8. Экозащитные техника и технологии.....	95
9. Состояние среды и здоровья человека.....	102
10. Экологические принципы рационального использования природных ресурсов и человека.....	115
Общество и окружающая среда. Вместо заключения.....	126
Список использованной литературы.....	132

Введение

Большинство студентов-первокурсников, начинающих учиться в рамках направления « Экология и природопользование » или специальностей « Экология », « Природопользование », « Геоэкология », в школьные годы не изучали предметы, содержащие целостный комплекс экологических знаний. Это объясняется тем, что современный образовательный стандарт не включает предметы « Экология », « Природопользование », « Охрана природы » и т.п. Отдельные сведения школьники получают при изучении « Биологии », « Географии », иногда « Химии », реже других учебных дисциплин.

В связи с этим с первых дней обучения в вузе особенно важно дать студентам некоторый объем знаний, который в дальнейшем станет основой более глубокого освоения соответствующих предметов, изучаемых на последующих курсах.

Курс « Введение в экологию и природопользование » — первый специальный предмет, который изучают будущие экологи и природопользователи. Задача студентов — получить первоначальные знания в этой сфере, а также познакомиться с глобальными экологическими проблемами нашего времени.

Студентам специализации « Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы », а затем специальностей « Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов » и « Природопользование » автор в течение многих лет читает курс « Введение в экологию и природопользование ». К сожалению, соответствующие учебные пособия почти не публиковались, а выпущенные по этому курсу книги далеко не всегда доступны студентам. Так, очень интересная книга С. В. Комова « Введение в экологию. Десять общедоступных лекций », выпущенная в Екатеринбурге в 1999 г., издана тиражом всего лишь 500 экземпляров. Таким же тиражом издано пособие В. С. Голубева « Введение в синтетическую эволюционную экологию » (М., 2001).

Сложившаяся необходимость в учебном пособии по вышеуказанному курсу обусловила подготовку данного издания.

1. ЭКОЛОГИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

В последние десятилетия слово « экология » стало очень популярным. Наиболее часто его используют, говоря о неблагоприятном со-

стоянии окружающей нас природы. Иногда этот термин употребляют в сочетании с такими словами, как общество, семья, культура, здоровье. Неужели экология столь обширная наука, что способна охватить большинство проблем, стоящих перед человечеством? Можно ли дать конкретный ответ на вопрос – что же она изучает?

Экология (от греческих слов « ойкос » – дом и « логос » – учение) – наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой. Такое название дал ей немецкий биолог Эрнст Геккель (1834–1919) в 1866 г. (дословно: « Это познание экономики природы, одновременное исследование всех взаимоотношений живого с органическими и неорганическими компонентами среды, включая неантагонистические и антагонистические взаимоотношения животных и растений, контактирующих друг с другом. Одним словом, экология – это наука, изучающая все сложные взаимосвязи и взаимоотношения в природе, рассматриваемые Дарвином как условия борьбы за существование ») [14].

Современная наука дает несколько определений экологии:

– это часть биологии, изучающая отношение организмов (особей, популяций, биоценозов и т.п.) между собой и окружающей средой;

– это дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня;

– это комплексная наука, исследующая среду обитания живых существ, включая человека;

– область знания, рассматривающая некую совокупность предметов и явлений с точки зрения субъекта или объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой совокупности;

– это исследование положения человека как вида и общества в экосфере планеты, его связей с экологическими системами и меры воздействия на них.

Таким образом, если во времена Э. Геккеля экология понималась как наука, входящая в биологический комплекс знаний (как часть биологии), то в наше время трактовка этого понятия существенно расширилась, включив в себя не только отношения между живой и неживой природой, но и между природой и обществом (включая объединения людей разного уровня (государство, этнос, семья и т.п.) и даже отдельных индивидуумов).

Все чаще и чаще специалисты дают определение экологии как комплекса (или системы) научных дисциплин, связанного с изучением и оценкой взаимоотношений общества и природы и имеющие-

го конечной целью их оптимизацию (гармонизацию). В этом комплексе выделяют три основные составляющие:

- 1) общая (в том числе и глобальная) экология;
- 2) экология человека;
- 3) отраслевая экология (биоэкология, географическая экология, геологическая экология и т.д.).

Следует различать экологию как область знаний и экологический подход, имеющий общенаучное значение. Экологический подход имеет место в том случае, если некая совокупность предметов или явлений (система) рассматривается и (или) оценивается с точки зрения « субъекта », принимаемого за центральный в этой совокупности (т.е. на нем замыкаются все связи). При этом, как правило, за такой центральный « субъект » принимается либо человечество в целом, либо какие-то его части.

В качестве самостоятельной науки экология оформилась лишь в XX в., хотя факты, составляющие ее содержание, с давних времен привлекали внимание человека. Весьма интересны взгляды древнегреческих ученых: Аристотеля (384–322 гг. до н. э.), Теофраста (371–280 гг. до н. э.), Плиния Старшего (23–79 гг.). Позднее вопросы экологического характера находили отражение в трудах ученых всего мира. Английский химик Роберт Бойль (1627–1691 гг.) оказался первым, кто осуществил экологический эксперимент; он опубликовал результаты сравнительного изучения влияния низкого атмосферного давления на различных животных. Значительный вклад в формирование экологических знаний внесли такие выдающиеся ученые, как шведский естествоиспытатель Карл Линней (1744–1778 гг.), французский исследователь природы Жорж Бюффон (1707–1788 гг.), автор первого эволюционного учения француз Жан Батист Ламарк (1744–1829 гг.), великий английский ученый-естествоиспытатель Чарльз Дарвин (1809–1882 гг.), немецкий биолог Эрнст Геккель (1834–1919 гг.).

Среди русских ученых, внесших большой вклад в развитие экологии, необходимо назвать академика Петра Симона Палласа (1741–1811 гг.), профессора Московского университета Карла Францевича Рулье (1814–1858 гг.), известного зоолога Николая Алексеевича Северцова (1827–1885 гг.), всемирно известных ученых: ботаника Климента Аркадьевича Тимирязева (1843–1920 гг.), почвоведом Василия Васильевича Докучаева (1846–1903 гг.), крупнейшего русского ученого XX в. Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945 гг.).

Роль экологии как науки особенно возрастает к середине XX в. Это объясняется тем, что рост численности населения Земли и усиливающееся воздействие человека на природную среду поставили его

перед необходимостью решать ряд новых жизненно важных задач. Для удовлетворения своих потребностей в воде, пище, чистом воздухе человеку надо знать, как устроена и как функционирует окружающая его природа.

В период своего возникновения экология изучала взаимоотношения организмов с окружающей средой и была составной частью биологии, современная экология охватывает чрезвычайно широкий круг вопросов и тесно связана с целым рядом различных наук, прежде всего таких как биология (ботаника и зоология), география, геология, физика, генетика, химия, математика, медицина, агрономия, архитектура и т.д.

По характеру изучаемых объектов можно выделить ряд подразделений экологии:

- 1) аутэкология (изучает организмы и их среду);
- 2) популяционная, или демэкология (изучает популяции и их среду);
- 3) синэкология (изучает биотические сообщества, экосистемы и их среды);
- 4) географическая, или ландшафтная экология (изучает крупные геосистемы, географические процессы с участием живого и их среды);
- 5) глобальная экология (мегаэкология) изучает процессы, затрагивающие всю Землю.

По отношению к предметам изучения можно выделять экологию грибов, экологию животных, экологию растений, экологию человека. При этом иногда изучают какую-то их часть, например, в исследованиях животного мира выделяют экологию птиц, экологию рыб и т.п. Кроме того, по характеру предмета изучения обособляются промышленная (инженерная) экология, сельскохозяйственная экология (агроэкология) и т.п. Используется и разделение экологии применительно к средам или территориям. В этом случае говорят об экологии суши, экологии водоемов, экологии леса, экологии Крайнего Севера, экологии города и т.п. По способам изучения выделяют аналитическую, синтетическую и динамическую экологии.

Следует иметь в виду, что каждый конкретный раздел может быть также разделен на соответствующие уровни. Так, экология человека включает социальную экологию (взаимоотношения социальных групп с их средой жизни), экологию индивидов и экологию человеческих популяций, отличающиеся друг от друга.

Ниже следуют определения некоторых, наиболее часто встречающихся, разделов или ветвей экологии.

1. **Биосферная экология** – изучает глобальные изменения, которые происходят на нашей планете в результате воздействия хозяйственной деятельности человека на природные явления.

2. **Лесная экология** – исследует влияние способов использования ресурсов лесов (древесина, промысловые животные, ягоды, грибы и др.) при их постоянном восстановлении и роль, которую играют леса в поддержании структуры и ритмов ландшафтов.

3. **Экология тундр** – изучает влияние природопользования в тундре и лесотундре (оленоводства и охоты) на природные системы. Важным направлением в экологии тундр в последнее десятилетие стало изучение влияния на экосистемы добычи нефти и газа и разработка способов уменьшения вредоносного воздействия промышленности.

4. **Экология морей** – исследует влияние хозяйственной деятельности человека на морские экосистемы: загрязнение при добыче на шельфе нефти и газа; при сбрасывании в воду промышленных и бытовых отходов, в том числе с морских судов. Эта наука разрабатывает методы восстановления и поддержки морских экосистем.

5. **Сельскохозяйственная экология** (агроэкология) изучает способы получения сельскохозяйственной продукции без истощения ресурсов почвы, при сохранении окружающей среды и получения экологически чистых (т.е. не загрязненных опасными для здоровья человека веществами) продуктов.

6. **Промышленная экология** – рассматривает влияние выбросов промышленных предприятий на окружающую среду и возможности уменьшения этого влияния за счет совершенствования технологий и очистных сооружений.

7. **Городская экология** — изучает состояние и возможности улучшения среды обитания человека в городе.

8. **Медицинская экология** – исследует болезни человека, связанные с загрязнением или разрушением (трансформацией) среды, и способы их предупреждения и лечения. Здоровье населения любой территории – лучший показатель состояния среды его обитания.

Некоторые науки экологического комплекса выделены не по объекту изучения, а по методам, которыми они пользуются.

9. **Математическая экология** – моделирует экологические процессы, т.е. изменения в природе, которые произойдут при изменении экологических условий.

10. **Химическая экология** – разрабатывает методы определения веществ-загрязнителей, попадающих в атмосферу, воду, почву, продукты питания, способы химической очистки среды от газообразных,

жидких и твердых отходов, а также новые технологии производства, при которых количество отходов уменьшается.

11. **Экономическая экология** – разрабатывает экономические механизмы рационального природопользования, оценки стоимости ресурсов (вода, древесина, нефть, газ, и т.д.) и размеры платежей и штрафов за загрязнение.

12. **Юридическая экология** (экологическое право) – создает систему законов, направленных на защиту природы. Юристы-экологи выступают адвокатами Природы в судебных процессах, связанных с экологическими преступлениями и нарушениями законов об использовании природных ресурсов.

Таким образом, современная экология – универсальная, бурно развивающаяся, комплексная наука, имеющая большое практическое значение.

Основные понятия, используемые в учебном пособии

Атмосфера – газовая оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней. У земной поверхности в основном состоит из азота (78,08%), кислорода (20,95%), аргона (0,93%) и углекислого газа (0,03%). На высоте около 30 км находится слой озона (O_3).

Биогеоценоз – элементарная экологическая система, охватывающая участок пространства с практически равномерно распределенными на нем условиями жизни и населяющими их организмами.

Биосфера (экосфера) – нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и часть (верхняя) литосферы Земли, населенные живыми организмами, « область существования живого вещества » (В.И.Вернадский); самая крупная экосистема.

Биоценоз – любое сообщество взаимосвязанных организмов, живущих на каком-либо участке суши или водоёма.

Биотоп (экотоп) – относительно однородное по свойствам субстрата, увлажнения и состава воздуха пространство, занятое сообществом взаимосвязанных организмов (биоценозом).

Геосистема – особого рода материальная система, состоящая из взаимообусловленных природных компонентов, взаимосвязанных в своём размещении и развивающихся во времени как части целого. Термин, близкий к термину « экосистема », но, по мнению некоторых географов, охватывает и такие понятия, как территориально-производственные комплексы, системы расселения людей и т.п.

Геосферы – концентрические слои, охватывающие всю планету: атмосфера, гидросфера, литосфера, их подразделения (например: оболочка базальтовая).

Гидросфера – совокупность всех вод земного шара: океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, болот, подземных вод, ледников и снежного покрова.

Загрязнение – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов.

Истощение природных ресурсов – приближение затрат на добычу природного ресурса к получаемому эффекту, делающее использование природного ресурса социально-экономически нерентабельным.

Компоненты природной среды – горные породы, воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность, животный мир.

Концентрация предельно допустимая (ПДК) – норматив – количество вредного вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства. Устанавливаются ПДК и для других организмов: животных, грибов, растений.

Кризис экологический – напряженное состояние взаимоотношений между человеком и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Литосфера – внешняя сфера « твердой » части Земли. Поверхность литосферы на суше является областью развития экосистем суши.

Микроэлемент – химический элемент, необходимый организмам в ничтожных количествах, но определяющий успешность их развития или безболезненное существование.

Ниша экологическая – комплекс требований вида к среде, отражающий функциональную роль вида в сообществе.

Ноосфера – « мыслящая оболочка », сфера разума, высшая стадия развития биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, сформируется тогда, когда разумная человеческая деятельность станет главным определяющим фактором развития биосферы.

Опасность экологическая (ЭКО) – совокупность негативных факторов, явлений и их взаимосвязей, присущих определенным антропогенным и природным системам. Различают потенциальную и реаль-

ную экологическую опасность. Реальная ЭКО – это, например, токсичность добываемого минерального сырья. Потенциальная ЭКО – совокупность вероятных, предполагаемых опасностей для природных систем и человека. ЭКО может быть небольшой (низкой), умеренной, средней, высокой и т. п.

Охрана природы – система государственных и общественных мероприятий, обеспечивающих сохранение атмосферы, растительного и животного мира, почв, вод и земных недр, а также их комплексов.

Популяция – совокупность особей одного вида, в течение многих поколений населяющих определенное пространство, внутри которого практически осуществляется случайное, равновероятное для всех особей скрещивание. Популяция отделена от соседних аналогичных совокупностей той или иной степенью изоляции.

Природопользование – совокупность всех форм эксплуатации природных ресурсов. Автор термина Ю. Н. Куражковский [27] считает, что « задачи природопользования как науки сводятся к разработке общих принципов осуществления всякой деятельности, связанной либо с непоследовательным использованием природой и ее ресурсами, либо с изменяющимися ее воздействиями ».

Ресурсы – любые используемые и потенциальные источники удовлетворения тех или иных потребностей общества.

Сообщество – система совместно живущих в пределах некоторого естественного объема (пространства) организмов. Могут выделяться сообщества микроорганизмов (микробоценозы), растений (фитоценозы), животных (зооценозы). Иногда сообщество понимается как синоним биоценоза.

Среда –

1) вещество и/или пространство, окружающее рассматриваемый объект;

2) природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях;

3) совокупность физических (природных), природно-антропогенных (культурных ландшафтов, населенных мест и т.п.) и социальных факторов жизни человека.

Среда, окружающая человека, – совокупность природных и измененных деятельностью людей живых и неживых естественных факторов, оказывающих влияние на человека.

Сукцессия – последовательная смена во времени одних биоценозов другими на определенном участке земной поверхности.

Техносфера – часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в технические и техногенные объекты (здания, дороги, механизмы и т.д.).

Факторы (в экологии) – внешние и внутренние силы, определяющие направление и скорость процессов, совершающихся в организмах и экосистемах (абиотические, биотические, антропоические).

Экологическая система (экосистема) – природная система, в которой живые организмы и среда их обитания объединены в функциональное целое через обмен веществ и энергии, тесную причинно-следственную взаимосвязь и зависимость слагающих ее экологических компонентов.

Этнос – биосоциальное, эколого-социально-экономическое и историко-культурное единство значительной группы (популяции) людей, объективно составляющих и сознающих себя как единое целое и противопоставляющих свою общность другим подобным группам. Этносы представляют племена, народности, нации. Иногда этнос обозначает группу народов (например, русские, белорусы, украинцы и поляки составляют славянский этнос) или обособленные группы (части) внутри народа (этнографические группы типа нормандцев во Франции).

2. БИОСФЕРА

Термин “биосфера” введен в науку австрийским геологом Э. Зюссом в 1875 г. Он отнес к биосфере все то пространство атмосферы, гидросферы и литосферы (твердой оболочки Земли), где встречаются живые организмы.

В. И. Вернадский (1863–1945 гг.), используя этот термин, в отличие от Э.Зюсса, считал особенностью биосферы не просто наличие живых организмов, он подчеркивал, что они являются главнейшей преобразующей силой. Более того, он показал, что в природе нет более мощной геологической силы, чем живые организмы и продукты их жизнедеятельности.

Биосфера включает:

– живое вещество, т. е. совокупность всех живых организмов (растения, грибы, животные, микроорганизмы);

– биогенное вещество, т. е. органо-минеральные или органические продукты, созданные живым веществом (торф, каменный уголь, нефть);

– биокосное вещество, созданное живыми организмами вместе с неживой (косной) природой (водой, атмосферой, горными породами) – почвенный покров.

В биосфере протекают очень сложные процессы. Все живые организмы тесно связаны между собой и со своим окружением, состоящим из элементов неживой природы: воды, воздуха, почвы, света, температуры.

Организмы не только зависят от внешних условий, но и сами оказывают огромное влияние на окружающий их мир. Иными словами, живые организмы и неживая природа тесно связаны и находятся в постоянном взаимодействии.

По современным представлениям, развитие безжизненной геосферы, т. е. оболочки, образованной веществом Земли, происходило на ранних стадиях существования нашей планеты, миллиарды лет назад. Изменения облика Земли были связаны с геологическими процессами, происходившими в земной коре, на поверхности и в глубинных слоях планеты, и проявились в виде извержения вулканов, землетрясений, подвижек земной коры, горообразования.

С возникновением жизни (саморазвивающихся, устойчивых органических форм) сначала медленно и слабо, а затем все быстрее и значительнее стало проявляться влияние живой материи на ход геологических процессов.

Деятельность живого вещества, проникшего во все уголки планеты, привела к возникновению нового образования – биосферы, тесно взаимосвязанной единой системы геологических и биологических тел и процессов преобразования энергии и вещества. Размеры преобразований, осуществляемых живой материей, достигли планетарных масштабов, существенно видоизменив облик и эволюцию Земли.

Биосфера, возникнув и сформировавшись 1–2 млрд лет назад (к этому времени относятся самые ранние из обнаруженных остатков живых организмов), находится в постоянном динамическом равновесии и развитии.

Установившиеся за многие миллионы лет круговороты энергии и веществ в биосфере самоподдерживаются в глобальных масштабах, хотя локальные (местные) изменения структуры и особенностей отдельных экосистем (биогеоценозов), составляющих биосферу, могут быть значительными.

Еще на ранних этапах эволюции живое вещество распространилось по безжизненным пространствам планеты, занимая все потенциально доступные для жизни места, изменяя их и превращая в места обитания. И уже в древние времена различные жизненные формы и

виды растений, животных, микроорганизмов, грибов заняли всю планету. Живое органическое вещество можно найти и в глубинах океана, и на вершинах самых высоких гор, и в вечных снегах приполярных районов, и в горячих водных источниках вулканических территорий.

Живое вещество – основа биосферы, хотя и составляет крайне незначительную часть ее массы. Если распределить живое вещество равномерно по поверхности планеты, это будет слой толщиной около 2 см (или 0,01% массы всей биосферы). Причины огромной роли живого вещества в процессе развития нашей планеты определяются его свойствами. Прежде всего, живые организмы благодаря биологическим катализаторам (ферментам) способны увеличивать скорости химических реакций на порядок или на несколько порядков по сравнению с неживой природой. Другими специфическими свойствами живого вещества являются:

1) способность быстро занимать (осваивать) все свободное пространство. В. И. Вернадский назвал это “всеюдноностью жизни”;

2) движение не только пассивное, но и активное (против течения, ветра и т.д.);

3) устойчивость при жизни и быстрое разложение после смерти (включение в круговороты веществ и элементов);

4) высокая приспособительная способность (адаптация) к самым разным условиям;

5) феноменальная скорость протекания реакций;

6) высокая скорость обновления живого вещества, составляющая для биосферы в среднем 8 лет (при этом для суши она равна 14 годам, а для океана, где преобладают короткоживущие организмы, например планктон, – 33 дня).

Вышеперечисленные свойства живого вещества обуславливаются концентрацией в нем больших запасов энергии. В.И. Вернадский считал, что с организмами по энергетической насыщенности может конкурировать только лава, образующаяся при извержении вулканов.

Выделяют несколько функций живого вещества в биосфере. По классификации А.В. Лапо (1979 г.), их 9: энергетическая, газовая, окислительно-восстановительная, концентрационная, деструктивная (разрушающая), транспортная, средообразующая, рассеивающая, ин-формационная.

Основные свойства биосферы

Биосфера представляет собой достаточно сложную систему, которая характеризуется рядом свойств, определяющих ее специфику. К их числу относятся:

1. **Централизованность.** Центральным звеном биосферы являются живые организмы, что всесторонне раскрыто В. И. Вернадским. К сожалению, ныне это свойство биосферы недооценивается, так как многие исследователи ставят в центр биосферы только один вид – человека. Антропоцентризм при изучении биосферы недопустим.

2. **Открытость.** Существование биосферы обеспечивается только за счет поступления энергии, прежде всего солнечной радиации.

3. **Саморегулируемость и организованность.** Способность биосферы гасить возникающие возмущения с помощью ряда механизмов, способность возвращаться в исходное состояние называется гомеостазом.

4. **Разнообразие.** Это разные среды жизни, входящие в состав биосферы (водная, почвенная, наземно-воздушная и т.д.), разнообразие природных зон, наличие различных геохимических областей и самое главное – большое число элементарных экосистем со свойственным им видовым разнообразием. Предполагают, что в настоящее время на Земле обитает до 10 млн видов животных и более 1 млн видов растений и грибов. Разнообразие в целом рассматривают как основное условие устойчивости любой экосистемы и биосферы в целом.

5. **Наличие механизмов, обеспечивающих круговорот веществ и связанную с ним неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.**

Эволюция биосферы шла по пути усложнения структуры биологических сообществ, умножая число видов и совершенствуя их приспособляемость.

Эволюционный процесс сопровождался увеличением эффективности преобразования энергии и вещества биологическими системами: организмами, популяциями, сообществами.

Вершиной эволюции живого на Земле явился человек, который как биологический вид на основе многочисленных эволюционных изменений приобрел не только сознание (совершенную форму отражения окружающего мира), но и способность изготавливать и использовать в своей жизни орудия труда.

Посредством орудий труда человечество стало создавать искусственную среду своего обитания (поселения, жилища, одежда, продукты питания, машины и многое другое). С этих пор эволюция биосферы вступила в новую фазу, в которой человеческий фактор стал мощной движущей силой.

Границы и структура биосферы

Толщина биосферы немного больше 20 км (организмы обнаружены над поверхностью суши не выше 10 км над уровнем моря, не

найденны глубже 15 км в толще суши, встречаются на дне океанических впадин на глубине чуть более 11 км), однако основная масса живого вещества сконцентрирована в приповерхностном слое толщиной 50–100 м: это высота лесного полога и глубина проникновения основной массы корней. В океане наиболее обжиты растениями и животными освещаемые и прогреваемые солнцем поверхностные (10–20 м) толщи воды. В этом тонком слое биосферы сконцентрировано свыше 90% биомассы растений и животных (рис.2.1).

По сравнению с диаметром Земли (13000 км) биосфера – тонкая пленка, подобная коже на большом яблоке. Состоит биосфера, как уже говорилось, из экосистем в пределах трех геосфер. Рассмотрим эти геосферы.

Атмосфера

Атмосфера – газовая оболочка, окружающая Землю и вращающаяся вместе с ней. Масса атмосферы нашей планеты ничтожна – всего лишь одна миллионная массы Земли. Однако ее роль в природных процессах биосферы огромна. Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности нашей планеты, защищает ее от вредных космического и ультрафиолетового излучений. Циркуляция атмосферы оказывает влияние на местные климатические условия, а через них на режим рек, почвенно-растительный покров и на процесс рельефообразования.

Современный газовый состав атмосферы – результат длительного исторического развития земного шара. Он представляет собой в основном газовую смесь двух компонентов – азота (78,09%) и кислорода (20,95%).

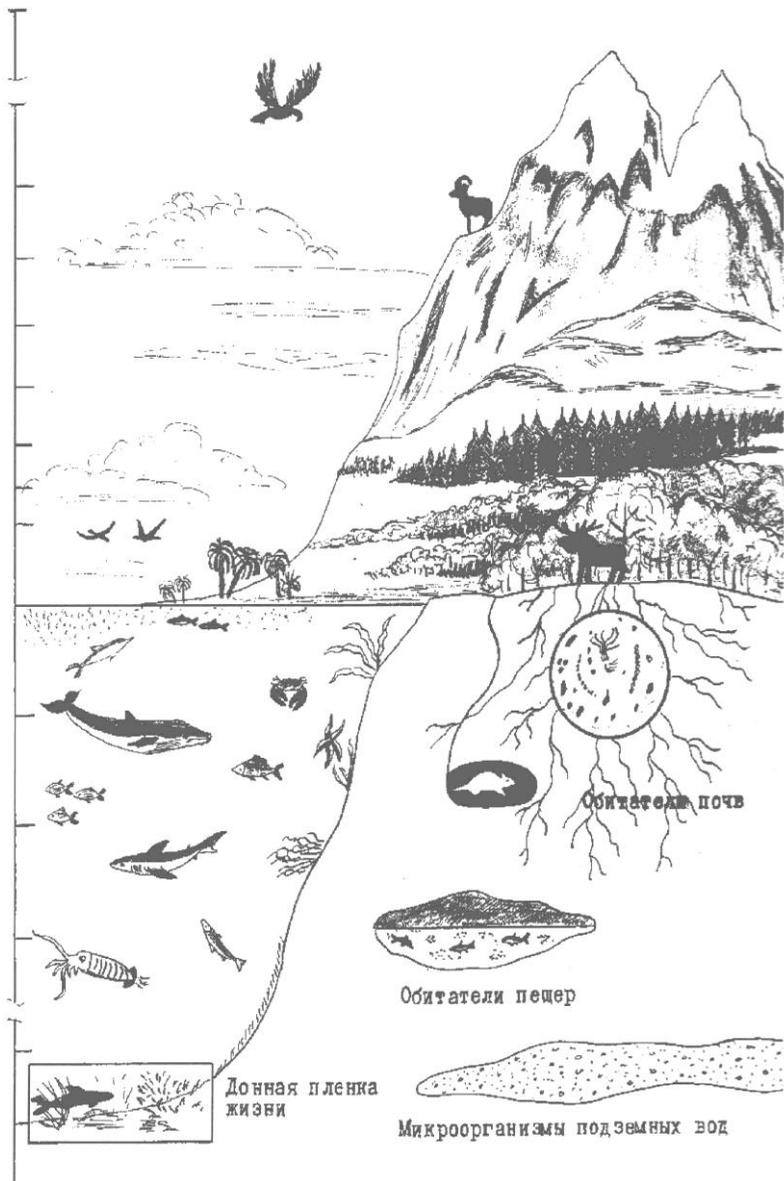


Рис. 2.1. Биосфера Земли

В нормальных условиях в нем присутствуют аргон (0,93%), углекислый газ (0,03%), незначительное количество инертных газов (неон, гелий, криптон, ксенон), аммиак, метан, озон, диоксид серы и другие газы. Наряду с газами в атмосфере содержатся твердые частицы, поступающие с поверхности Земли (например, продукты горения, вулканической деятельности, частицы почвы) и из космоса (космическая пыль), а также различные продукты растительного, животного и микробного происхождения.

Наибольшее значение для жизни экосистем имеют три газа, входящие в состав атмосферы: кислород, углекислый газ и азот. Эти газы участвуют в основных биохимических циклах.

Кислород играет важнейшую роль в жизни большинства живых организмов на нашей планете. Он необходим для дыхания. Кислород не всегда входил в состав земной атмосферы. Он появился в результате жизнедеятельности фотосинтезирующих организмов. Под действием ультрафиолетовых лучей он превращался в озон. По мере накопления озона произошло образование озонового слоя в верхних слоях атмосферы. Озоновый слой, как экран, надежно защищает поверхность Земли от ультрафиолетовой радиации, губительной для живых организмов (рис. 2.2).

Современная атмосфера содержит едва ли не двадцатую часть кислорода, имеющегося на нашей планете.

Главные запасы кислорода сосредоточены в карбонатах, органических веществах и окислах железа, часть кислорода растворена в воде.

В атмосфере, по-видимому, сложилось приблизительное равновесие между производством кислорода в процессе фотосинтеза и его потреблением живыми организмами. В последнее время появилась опасность, что в результате человеческой деятельности запасы кислорода в атмосфере могут уменьшиться. Особую угрозу представляет разрушение озонового слоя, которое наблюдается в последние годы. Большинство ученых связывает это с деятельностью человека.

Круговорот кислорода в биосфере необычайно сложен, так как с ним вступают в реакцию большое число органических и неорганических веществ, а также водород, соединяясь с которым, кислород образует воду.

Углекислый газ (диоксид углерода) используется в процессе фотосинтеза для образования органических веществ.

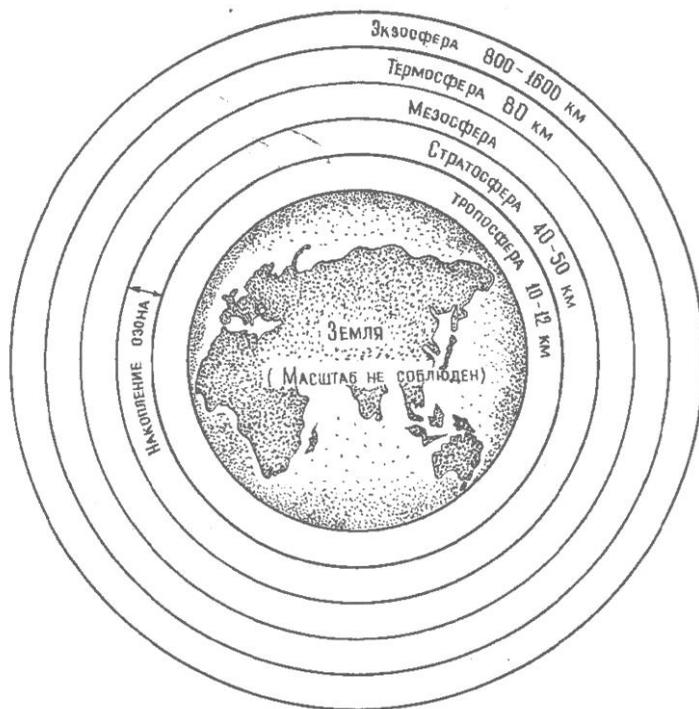


Рис. 2.2. Строение атмосферы

Именно благодаря этому процессу замыкается круговорот углерода в биосфере. Как и кислород, углерод входит в состав почв, растений, животных, участвует в многообразных механизмах круговорота веществ в природе. Содержание углекислого газа в воздухе, который мы вдыхаем, примерно одинаково в различных районах планеты. Исключение составляют крупные города, в которых содержание этого газа в воздухе бывает выше нормы.

Некоторые колебания содержания углекислого газа в воздухе местности зависят от времени суток, сезона года, биомассы растительности. Так, в тропических дождевых лесах наблюдаются локальные скопления углекислого газа, превышающие иногда атмосферную норму до 30 раз. В то же время известно, что с начала XX в. среднее содержание углекислого газа в атмосфере, хотя и медленно, но постоян-

но увеличивается. Ученые связывают этот процесс, главным образом, с деятельностью человека.

Азот – незаменимый биогенный элемент, поскольку он входит в состав белков и нуклеиновых кислот. Атмосфера – неисчерпаемый резервуар азота, однако основная часть живых организмов не может его непосредственно использовать: он должен быть предварительно связан в виде химических соединений.

Частично азот поступает из атмосферы в экосистемы в виде окиси азота, образующегося под действием электрических разрядов во время гроз. Однако основная часть азота в воде и почве – результат его биологической фиксации. Существуют несколько видов бактерий и сине-зеленых водорослей, которые способны фиксировать азот атмосферы. В результате их деятельности, а также благодаря разложению органических остатков в почве растения-автотрофы получают возможность усваивать необходимый азот.

Круговорот азота тесно связан с круговоротом углерода. Несмотря на большую сложность, чем круговорот углерода, он, как правило, происходит быстрее.

Если вмешательство человека в экосистемы незначительно, то в биосфере сохраняется равновесие. Однако усиливающееся влияние человека на природу – вырубка лесов, которые выделяют кислород и испаряют много воды, сжигание больших количеств топлива, содержащего углерод, уменьшение испарения с поверхности океана из-за загрязнения нефтью – нарушает круговороты веществ и приводит к глобальному ухудшению состояния биосферы.

Опасная перспектива изменения биосферы – потепление климата под влиянием парникового эффекта. Диоксид углерода, а также метан, оксиды азота, некоторые другие газы и пыль в атмосфере по своему влиянию на тепловой режим планеты подобны полиэтиленовой пленке над парником. « Пленочное покрытие » пропускает к Земле прямые лучи солнца, но задерживает тепло, отраженное ее поверхностью. Поэтому влияние загрязнения на изменения температуры в атмосфере называют « парниковым эффектом ». В результате хозяйственной деятельности человека концентрация газов и пыли в атмосфере возрастает, и парниковый эффект усиливается. Если этот процесс не будет приостановлен, может начаться таяние льдов Антарктики и Арктики, горных ледников. Уровень Мирового океана может подняться на несколько метров. При повышении уровня Мирового океана на 1 м будут затоплены территории, на которых проживает 1 млрд человек, с лица Земли исчезнет большая часть таких государств, как Бангладеш и Нидерланды.

Не менее опасно для биосферы и разрушение озонового слоя, который расположен на высоте 15–50 км от земной поверхности и защищает живые организмы от опасных коротковолновых ультрафиолетовых лучей. Озоновый слой разрушается в результате попадания на него летучих хлорфторорганических соединений, которые распадаются под действием солнечного света. Каждый атом хлора или фтора, попавший в озоновый слой, может разрушить до 10^5 молекул озона.

Последствий разрушения озонового слоя может быть множество. Обычно в первую очередь говорят о росте числа раковых заболеваний, прежде всего рака кожи, который вызывается увеличением на поверхности Земли ультрафиолетового излучения. По оценкам ученых, уменьшение толщины озонового слоя на 1% повысит интенсивность ультрафиолетового излучения на поверхности Земли на 2%, что увеличит уровень заболеваемости раком кожи на 3–6%. Ультрафиолетовое излучение, поступающее к Земле, при превышении некоторой критической дозы, угнетает фотосинтез растений. А это в свою очередь приводит к уменьшению кислорода в атмосфере, содержание которого и так падает из-за сжигания 15 млрд т топлива в год.

Возрастающее ультрафиолетовое излучение губительно действует на молекулы ДНК и РНК, приводя к генетическим изменениям.

Гидросфера

Гидросфера – совокупность всех вод земного шара: океанов, морей, рек, озер, водохранилищ, болот, подземных вод, ледников и снежного покрова.

Вода – самое распространенное неорганическое соединение на нашей планете. Вода – основа всех жизненных процессов. Вода содержится во всей биосфере: не только в водоемах, но и в воздухе, и в почве, и во всех живых существах. Биомасса последних на 80–90% образована водой. Потери 10–20% воды живыми организмами приводят к их гибели.

В естественном состоянии вода никогда не свободна от примесей. В ней растворены различные газы и соли, находятся взвешенные твердые частички. В 1 л пресной воды может содержаться до 1 г солей.

Большая часть воды сосредоточена в морях и океанах. На пресные воды приходится всего около 2% общего объема гидросферы. Большая часть пресных вод (85%) представлена льдами полярных зон и ледников. Возобновление пресных вод происходит в результате круговорота воды (рис.2.3).

С появлением жизни на Земле круговорот воды стал относительно сложным, так как к простому явлению физического испарения (превращению воды в пар) добавились более сложные процессы, связанные с жизнедеятельностью живых организмов. К тому же роль человека в этом круговороте становится все более значительной.

Круговорот воды в гидросфере происходит следующим образом. Вода выпадает на поверхность Земли в виде осадков, образующихся из водяного пара атмосферы. Определенная часть выпавших осадков испаряется прямо с поверхности, возвращаясь в атмосферу в виде водяного пара. Другая часть проникает в почву, всасывается корнями растений и затем, пройдя через растения, испаряется в процессе транспирации. Третья часть просачивается в глубокие слои почвы до водоупорных горизонтов, пополняя подземные воды.

Четвертая часть в виде поверхностного, речного и подземного стоков стекает в водоемы, а оттуда также испаряется в атмосферу.

Наконец, часть воды используется животными и потребляется человеком для своих нужд. Вся испарившаяся и вернувшаяся в атмосферу вода конденсируется и вновь выпадает в виде осадков.

Таким образом, один из основных путей круговорота воды – транспирация, т. е. биологическое испарение, осуществляется растениями. Количество воды, выделяющееся в результате транспирации, зависит от вида растений, типа растительных сообществ, их биомассы, климатических факторов, времени года и других условий. В среднем для растительных сообществ умеренного климата транспирация составляет от 2000 до 6000 м³ воды с 1 м² в год. У отдельных растений интенсивность транспирации составляет от 0,1 до 2–4 г в час на 1 г листьев.

Потребность в воде у организмов очень велика. Например, для образования 1 кг биомассы дерева расходуется до 500 кг воды.

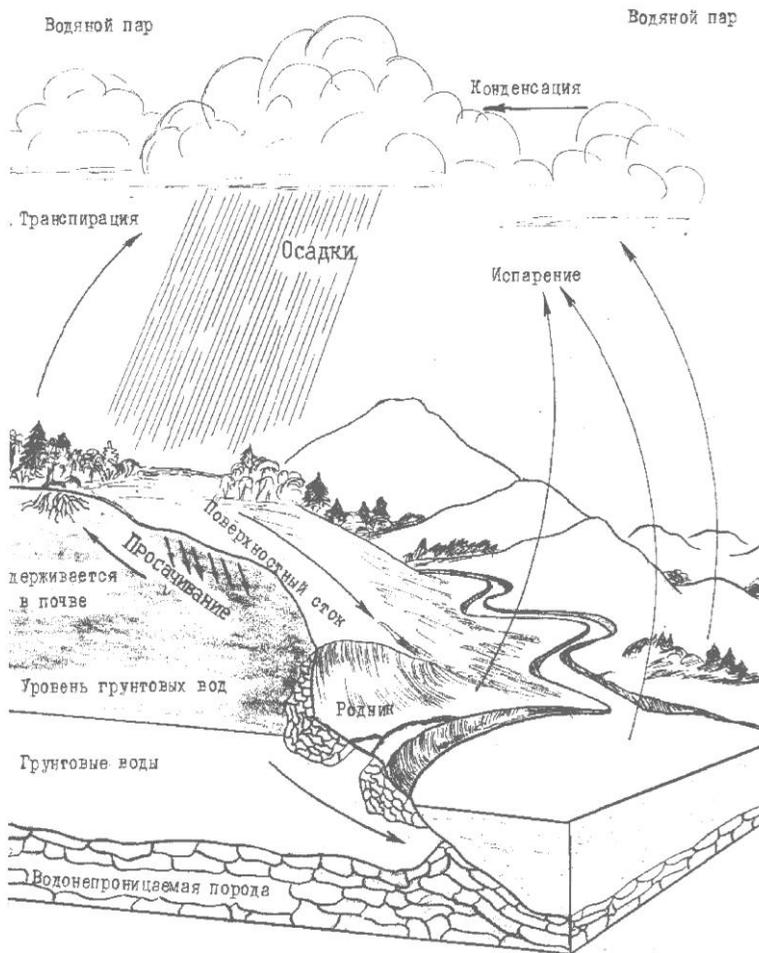


Рис.2.3. Круговорот воды

Запасы воды в гидросфере Земли разными авторами оценивается различно. В табл. 2.1 приведены сведения о массе воды в отдельных компонентах гидросферы.

Таблица 2.1

Гидросфера по М. И. Львовичу, 1987

Составляющие	Объем воды, тыс. км ³	Доля общего объема воды, %
Океаны и моря	1370323	93,96
Подземные воды, в том числе зоны актив- ного водообмена	60000 4000	4,12 0,27
Снега и ледники	24000	1,65
Озера	280*	0,019
Влага в почве	85**	0,006
Влага в атмосфере	14	0,001
Реки	1,2	0,0001
Сумма	1454193	100

* в том числе ~5 тыс. км³ в водохранилищах; ** в том числе ~2 тыс. км³ оросительных вод.

Доля пресной воды, доступная живым организмам, очень мала, и поэтому ее нужно расходовать экономно и не загрязнять. Прежде неисчерпаемый ресурс – пресная чистая вода – становится исчерпаемым.

Сегодня воды, пригодной для питья, промышленного производства и орошения, не хватает во многих районах мира.

Литосфера и недосфера

Литосфера – верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в слои с меньшей прочностью вещества. Включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы – 50–200 км, в том числе мощность земной коры – до 75 км на континентах и 10 км под дном океана.

Верхняя часть литосферы – **осадочная оболочка** – состоит из осадочных горных пород (иногда включает также покровы эффузивов). Мощность ее меняется от места к месту, в зависимости от истории колебательных движений земной коры: от 0 (на щитах) до 10–15 км. Под осадочной оболочкой лежит так называемый **гранитный слой**, клинивающийся в зоне материкового склона морей и отсутствующий в океанических впадинах. Под гранитной оболочкой находится **промежуточный**, или «**базальтовый**», **слой** более плотных пород. В строении литосферы на протяжении более чем миллиарда лет существовали подвижные пояса – **геосинклинальные области** и менее подвижные,

стабильные – **платформы**. На раннем этапе развития в геосинклиналях преобладает прогибание, а сами они представляют собой морские бассейны с рядами островов, по-видимому, сходные с теми, что наблюдаются в настоящее время в Индонезии, в островных дугах по периферии Тихого океана и в примыкающих к ним бассейнах. В результате последующего смятия слоев в складки и внедрения гранитных интрузий формируются складчатые горные сооружения на месте прежних прогибов, консолидируются и осушаются геосинклинальные области с превращением их в платформы.

Земная кора, находящаяся в верхней части литосферы, занимает пограничное положение между ею, а также атмосферой и гидросферой. Это пограничное образование формируется и зависит от всех трех сфер, а поэтому оказывается наиболее уязвимым при нарушении любой из них. Некоторые исследователи называют этот слой взаимовлияния сфер земных оболочек **педосферой** (почвенной сферой), рассматривая ее как особое биокосное (живое-неживое) образование, другие считают педосферу синонимом коры выветривания. Как бы то ни было, почвенный слой планеты имеет громадное значение для жизни органического мира (включая человека), т.к. почва обладает важнейшим качеством – **плодородием**.

Почва – верхний слой поверхности суши, образовавшийся под влиянием растений, животных, микроорганизмов и климата из материнских горных пород, на которых он находится. Это важный и сложный компонент биосферы, тесно связанный с другими ее частями.

В почве сложным образом взаимодействуют следующие основные компоненты:

- минеральные частицы (песок, глина), вода, воздух;
- детрит – отмершее органическое вещество, остатки погибших растений и животных;
- множество живых организмов – от детритофагов до редуцентов, разлагающих детрит до гумуса.

Таким образом, **почва** – биокосная система, основанная на динамическом взаимодействии между минеральными компонентами, детритом, детритофагами и почвенными организмами.

Развитие и формирование почвы состоит из нескольких этапов. Молодые почвы являются обычно результатом выветривания материнских горных пород или переноса и переотложения твердых частиц. На этих субстратах поселяются микроорганизмы, пионерные растения – лишайники, мхи, травы, мелкие животные. Постепенно внедряются другие виды растений и животных, состав биоценоза усложняется, между минеральным субстратом и живыми организмами возникает

целая серия взаимосвязей. В результате формируется зрелая почва, свойства которой зависят от исходной материнской породы и климата. Процесс развития почвы заканчивается, когда достигается равновесие, соответствие почвы растительному покрову и климату, т. е. возникает состояние климакса.

В определенном смысле почва является как бы живым организмом, внутри которого протекают различные сложные процессы.

Поверхностные слои почвы содержат много остатков растительных и животных организмов, разложение которых приводит к образованию гумуса. Количество гумуса определяет плодородие почвы.

В почве обитает великое множество различных живых организмов – эдафобионтов, формирующих сложную пищевую детритную сеть: бактерии, микробы, водоросли, простейшие, моллюски, членистоногие и их личинки, дождевые черви и многие другие. Все эти организмы играют огромную роль в формировании почвы и изменении ее физико-химических характеристик.

Растения поглощают из почвы необходимые минеральные вещества, но после смерти растительных организмов изъятые элементы возвращаются в почву. Почвенные организмы постепенно перерабатывают все органические остатки. Таким образом, в естественных условиях происходит постоянный круговорот веществ в почве.

Контрольные вопросы к разделам 1 и 2

1. Приведите разные определения понятия “экология”.
2. Охарактеризуйте структуру экологического комплекса знаний.
3. Охарактеризуйте биосферу и ее основные свойства.
4. Дайте представление о границах биосферы.
5. Дайте характеристику литосферы.
6. Дайте характеристику педосферы.
7. Дайте характеристику атмосферы.
8. Опишите гидросферу и ее особенности.

Список рекомендуемой литературы

Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1898. 260 с. (или любое издание).

Голубев В.С. Введение в синтетическую эволюционную экологию. М.: Изд-во «Папирус Про», 2001. 318 с.

Комов С.В. Введение в экологию. Десять общедоступных лекций. Екатеринбург, 1999. 166 с.

Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П. Экология. М.: Дрофа, 1995. 240 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России. М.: АО МДС, Юнисам, 1995. 232 с.

Небел Б. Наука об окружающей среде. М., 1993. Т. 1 и 2.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 638 с.

Реймерс Н.Ф. Экология. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.

Экология, охрана природы и экологическая безопасность: учеб. пособие/ под общ. ред. проф. В. И. Данилова-Данильяна. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 744 с.

3. ЭКОСИСТЕМЫ

Обычно под экосистемой понимают любое сообщество живых организмов в совокупности со средой обитания. Другими словами: **экосистема** – это функциональное целое абиотических и биотических (живых и неживых) компонентов и условий их существования. Более четкое определение дал Н.Ф. Реймерс (1990), он считает, что **экосистема – информационно-саморазвивающаяся, термодинамически открытая совокупность биотических экологических компонентов и абиотических источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых в пределах характерного для определенного участка биосферы времени и пространства обеспечивают превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений вещества, энергии и информации над внешним обменом (в том числе между соседними аналогичными совокупностями) и на основе этого неопределенно долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием биотических и биогенных составляющих.**

Выделяют экосистемы различного ранга:

- микроэкосистемы (небольшой водоем, труп животного с населяющими его организмами или ствол дерева в стадии разложения, аквариум и даже лужица или капля воды, пока они существуют и в них присутствуют живые организмы, способные осуществлять круговорот веществ);
- мезоэкосистемы (лес, пруд, река, водосбор или их части и т.п.);
- макроэкосистемы (океан, континент, природная зона и т.п.);
- глобальная экосистема – биосфера в целом.

Таким образом, как шутливо отметил крупный ученый-географ и писатель Ю.К. Ефремов, экосистема – это любое природное образование “от корочки до оболочки” (имеется в виду географическая оболочка, или биосфера).

“Безразмерность” экосистем привела к попытке как-то определить их границы. В 1942 г. академик В.Н. Сукачев ввел термин “биогеоценоз”, который часто используется как синоним экосистемы. Однако определение **биогеоценоза** несколько иное, чем экосистемы. **Это эволюционно сложившаяся, относительно пространственно ограниченная, внутренне однородная природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их абиотической среды, характеризующаяся определенным энергетическим состоянием, типом и скоростью обмена между веществом и информацией.** Особенно существенно, что биогеоценоз рассматривается как участок биосферы, через который не проходит ни одна существенная биогеоценозическая, микроклиматическая, почвенная, геоморфологическая, гидрологическая и гидрохимическая граница, т.е. это элементарная единица биосферы. В последнее время, стремясь придать термину “экосистема” большую определенность, многие экологи используют представление об отсутствии в пространстве, занятом экосистемой (площадь для наземных организмов, объем для водных организмов), соответствующих рубежей.

Важность понятия об экосистеме привела к тому, что некоторые ученые стали считать экологию наукой об экосистемах, считая, что ее основная задача – исследование структуры, динамики свойств этих природных (а также искусственно созданных) систем. Следует различать природные, природно-антропогенные и антропогенные системы. Первые из них возникли и существуют независимо от человека, вторые в значительной мере зависят от человеческой деятельности, и, наконец, последние целиком созданы человеком, при этом неважно, будет ли это искусственное насаждение (например сквер), вырубка, возникшая на месте леса, или замкнутая система с искусственным жизнеобеспечением типа космического корабля.

Функциональные свойства экосистемы и ее основные компоненты

Основные свойства экосистемы определяет ее положение в пространстве, в частности географическая широта и долгота, а также входящие в ее состав живые организмы (виды растений, грибов и животных). При этом каждый вид входит в экосистему не отдельными осо-

биями, а популяциями. **Популяция – это часть вида, занимающая однородное пространство (биогеоценоз, экосистему), способная к саморегулированию и поддержанию определенной численности.** Совокупность популяций в пределах экосистемы образует биогеоценоз. Географическое положение влияет на количество поступающей в экосистему солнечной радиации, а также на общие климатические и гидрологические особенности. Так, наибольшее число калорий поступает в экосистемы, расположенные на экваторе, наименьшее – на полюса нашей планеты.

Однако циркуляция воздушных масс оказывает существенное влияние на гидроклиматические условия. В экваториальной области господствуют восходящие токи воздуха, воздушные массы, поднявшиеся над экватором, опускаются примерно на тридцатых–сороковых градусах широты. Опускаясь, они нагреваются, а потому иссушаются (этим объясняется расположение пустынных поясов, особенно хорошо выраженное в северном полушарии), затем снова следуют области, где доминируют восходящие токи воздуха (умеренный пояс), за ними – зоны низкого давления, охватывающие полярные и приполярные территории. Соотношение тепла и влажности формирует широтную зональность. Те природные зоны, в которых оптимально соотношение тепла и влаги, характеризуются максимальным разнообразием живых организмов, а также их наибольшей массой (масса живых организмов называется биомассой). Соответственно большее число организмов дает больший прирост биомассы за единицу времени (т.е. эти зоны обладают большей биологической продуктивностью).

Компоненты экосистем и их функции. Организмы

В числе биологических компонентов, слагающих экосистему, четко выделяют три группы организмов: продуценты, консументы и редуценты.

Продуценты – организмы, создающие органическое вещество из неорганических соединений (автотрофы – растения, создающие органическое вещество путем фотосинтеза, хемотрофы – некоторые организмы, создающие органику за счет химических реакций).

Консументы – организмы, питающиеся органическим веществом (все животные, часть микроорганизмов, паразитические и насекомоядные растения). Различают консументы первого порядка – растительноядные животные, второго – хищники, третьего – многие паразиты и т.д.

Редуценты – организмы, в ходе жизнедеятельности превращающие органическое вещество в неорганическое (большинство микроорганизмов, грибы).

Соотношение биомассы продуцентов, консументов и редуцентов определяет каркасную структуру экосистемы. Обычно это соотношение графически изображают как пирамиду (пирамиду масс, реже чисел, подразумевается число особей). Как правило, основная доля биомассы приходится на продуцентов, число консументов первого порядка существенно меньше, еще меньше совокупность консументов второго порядка и т.д. При переходе от одной ступени пирамиды к другой теряется от 7 до 15% энергии. Поэтому число ступеней пирамиды ограничено, обычно 5 – 7.

Важнейший компонент экосистемы – организмы – в той или иной мере определяют ее облик. При этом одни из них формируют его в большей степени, чем другие. Виды, играющие основную роль в создании биосреды в экосистеме, называются эдификаторами. Обычно это растения. Однако и животные могут играть эту роль, например, сойка, распространяющая желуди, сурки, создающие (меняющие) условия произрастания растений в степи, почвенные или глубоководные животные (в глубинах океана растения отсутствуют). Организмы, менее влияющие на создание среды и облика экосистемы, называются ассектаторами. Условия их существования определяются эдификаторами.

К числу компонентов экосистемы помимо организмов относится ряд других материальных составляющих: энергия (включая все лучевые, волновые и квантовые источники), газовый состав (атмосфера), вода (жидкая составляющая), почвосубстрат. Иногда к этому перечню добавляют информацию. Экологические компоненты обеспечивают круговорот веществ и закономерное прохождение потока энергии в биосфере (глобальной экосистеме). Энергия Солнца, попадая на растения, создает предпосылки для фотосинтеза и продуцирования органического вещества с привлечением газов атмосферы и минеральных веществ из субстрата. Как было показано выше, органическое вещество растений потребляется животными и паразитическими растениями и, как растительное, так и животное, вновь разлагается после смерти организмов редуцентами на простые соединения (соли, газы), возвращающиеся таким образом в атмосферу и почвогрунты.

Существенным свойством экосистемы является время ее существования. Вообще, под системным временем (характерным собственным временем системы) подразумевают время, рассматриваемое в масштабе периода существования данной системы или происходящих

в ней процессов. Например, время жизни особи, смены поколений, продолжительности существования вида организмов планеты. Для каждой из перечисленных выше систем характерны своя пространственная протяженность (объем, площадь) и масса, а также (минимальное) количество подсистем, позволяющее системе существовать и функционировать. Можно отметить, что время жизни биосферы больше, чем время существования умеренных лесов северного полушария планеты, а время существования конкретного участка леса или поляны меньше, чем лесной зоны в целом.

В ходе развития нашей планеты менялся качественно и количественно состав компонентов. Естественно, что изменялись и сами экосистемы. Способность экосистем адаптироваться к изменениям весьма важна. Экосистема представляет собой совокупность разных компонентов. В то же время ее особенности определяются не только суммой их свойств. Универсальное свойство экосистем – их эмерджентность (от англ. – возникновение, появление нового). Так, лес – не одно дерево, а множество, которое образует новое свойство. Понятно, что одно дерево или даже десяток деревьев еще не лес.

Различают циклическую (флуктуационную) и поступательную динамику экосистем (в последнем случае можно говорить о развитии). К числу циклических изменений относят различные (по времени) типы динамики. Самый простой из них – суточный (связан с изменением освещенности, фотосинтеза, активности дневных, сумеречных или ночных животных). Сезонная динамика определяется положением планеты по отношению к солнцу, что вызывает чередование весны, лета, осени и зимы. Солнечная активность определяет многолетнюю динамику экосистем (2-, 4-, 11-летние циклы и т.п.). Более сложными космическими и планетарными процессами определяются длительные циклы, протяженность которых охватывает периоды от нескольких десятилетий до миллионов лет. Для циклических изменений экосистем характерны их более или менее правильная периодичность.

Поступательная динамика экосистем обычно связана с внедрением в их состав новых видов либо сменой одних видов другими.

В конечном счете и тот и другой процесс приводят к смене биоценозов или экосистем в целом. Такие смены получили название сукцессий (от лат. сукцессию – преемственность, наследование). В случае, если сукцессия обуславливается внешними по отношению к экосистемам факторами, говорят об экзогенных сукцессиях, когда изменение возникает под действием внутренних причин – об эндогенных.

Экзогенные сукцессии могут быть вызваны изменением климата, такие процессы могут идти сто или даже тысячи лет, поэтому их называют вековыми.

В ходе эволюции жизни на Земле биологические виды преобразуются в новые формы. В таком случае можно говорить об эндогенных сукцессиях.

Если изменения вызваны деятельностью человека, говорят об антропогенных сукцессиях. Так, на месте вырубки или пожарища, уничтоживших лес (следует иметь в виду, что 98% лесных пожаров в нашей стране вызываются человеком), последовательно возникают территории, поросшие травянистыми растениями, затем появляются кустарники, кустарники в конце концов скрываются под пологом лиственных деревьев. Под пологом лиственного леса подрастают хвойные породы деревьев, которые, проникая в верхний ярус, образуют смешанный лес. Лиственные деревья короткоживущи по сравнению с хвойными, они постепенно выпадают из верхнего яруса, в результате чего в конце концов на месте гари и вырубки формируется хвойный лес.

В целом независимо от того, идет ли естественная экзо- или эндогенная сукцессия или антропогенная, общими закономерностями будут:

- последовательное заселение живыми организмами;
- увеличение видового разнообразия живых организмов;
- постепенное обогащение почвы органическими веществами;
- возрастание плодородия почвы;
- усиление связей между различными видами или трофическими группами организмов;
- изменение числа экологических ниш;
- постепенное формирование все более сложных экосистем и биоценозов.

Более мелкие по размеру виды, особенно растительные, как правило, сменяются более крупными, интенсифицируются процессы обмена, круговорота веществ и т.д. Такие сукцессионные ряды заканчиваются слабо меняющимися экосистемами, которые называются климаксными (от греческого *klimaks* – лестница), коренными или узловыми. В определенных климатических условиях последовательность смен, видовой состав участвующих в них видов имеют свою специфику. При этом каждой стадии, включая климаксную, свойствен свой набор видов, который, во-первых, типичен для данного региона, во-вторых, состоит из наиболее приспособленных к конкретной стадии организмов.

Следует отметить, что развитие экосистемы продолжается и после достижения ею климаксной стадии.

Может меняться состав и численность отдельных видов, в то же время общим для климаксов является сходство видов-эдификаторов, которые в наибольшей мере определяют условия существования в экосистеме всех организмов. Поскольку в одинаковых климатических условиях набор эдификаторов предопределен, каждый ряд завершается однотипной экосистемой (моноклимаксом).

Наиболее типичные ряды в полосе южной тайги России:

- темнохвойных лесов;
- светлохвойных лесов;
- ивово-ольшатниковых лесов;
- луговых экосистем и т.п. (3.1, 3.2).

Таблицы иллюстрируют типичные смены в каждом ряду (на примере Камского Приуралья и Верхнеленя). Таким образом, способность экосистем к сукцессионному развитию является их функциональным свойством, определяющим возможность их саморегуляции (самовосстановления). В определенной мере с этой способностью связано и другое, не менее фундаментальное, свойство экосистем – их устойчивость (стабильность).

Представление об устойчивости экосистем разрабатывалось в рамках ряда фундаментальных наук. Так, математики полагают, что **математическая устойчивость** выражается в том, что изучаемый процесс, проявляющийся в преобразовании некоторой величины (функции), начавшись из фиксированной области, не должен привести к выходу этой величины за пределы заранее определенной области, в общем случае не совпадающей с начальной.

Физически устойчивым является такое состояние системы, к которому она самопроизвольно возвращается, будучи выведена из него внешними силами. С физической точки зрения восстанавливается состояние наиболее вероятное – с наименьшим уровнем свободной энергии. Наглядной моделью физически устойчивой системы служит металлический шарик, скатывающийся к самому низкому участку ямки, сколько бы мы ни поднимали его на “откосы”.

Наряду с устойчивостью, в экологии широко применяется термин “гомеостазис” или “гомеостаз”, возможно, заимствованный из физиологии. Гомеостатическая система – это система, в которой стабильность важных для ее существования параметров поддерживается специальными регуляторами вопреки изменениям среды. В экологии под **устойчивостью экосистемы** понимают ее способность к реакциям, пропорциональным величине силы воздействия. **Неустойчивость эко-**

системы – ее несоответственно большой отклик на относительно слабое воздействие. Таким образом, говоря об экологической устойчивости, мы подразумеваем способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних (и внутренних для глобальных экосистем) факторов.

Нередко экологическая устойчивость рассматривается как синоним стабильности, т.е. как способность экосистемы противостоять абиотическим и биотическим факторам среды, включая антропогенные воздействия.

Таблица 3.1

Ряды смен биоценозов южной тайги Верхнеленя

№ ряда	Коренные (климаксовые) стадии	Производные стадии				
		1	2	3	4	5
1	Водораздельный темнохвойный лес	Сухая гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
		Увлажненная гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
1a	Увлажненный водораздельный темнохвойный лес	Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
2	Островной темнохвойный лес	Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
3	Светлохвойный лес	Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
		Гарь	Поле	Залежь	Молодой сосняк	

Окончание табл. 3.1

№ ряда	Коренные (климаксовые) стадии	Производные стадии				
		1	2	3	4	5
4	Остепненный светлохвойный лес	Гарь	“Степoid”			
		Гарь	Заросли кустарников	Молодой светлохвойный лес		
		Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
5	Приречный ельник	Гарь	Луг	Заросли кустарника		
		Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
6	Приручевой ельник	Гарь	Заросли кустарников	Смешанный лес		
		Гарь	Мелколиственный лес	Смешанный лес		
		Гарь	Поле	Залежь	Мелколиственный лес	Смешанный лес

Таблица 3.2

Ряды смен биоценозов южной тайги Камского Приуралья

№ ряда	Коренные (климаксовые*) стадии	Производные стадии				
		1	2	3	4	5
1	Темнохвойный лес	Вырубка травянистая	Вырубка кустарни- ковая	Березник	Смешанный лес	
		Вырубка травянистая	Вырубка кустарни- ковая	Молодой ельник		
2	Светлохвойный лес	Вырубка травянистая	Вырубка кустарни- ковая	Березник	Смешан- ный лес	
		Вырубка травянистая	Вырубка кустарни- ковая	Молодой сосняк (жердняк)		
		Искусственные посадки сосны на месте выруб- ленных сосняков	Молодой сосняк	Смешанный лес		
		Вырубка травянистая	Материковый луг	Заросли кустарников	Березняк Молодой сосняк	Смешан- ный лес

Окончание табл. 3.2

№ ряда	Коренные (климаксовые*) стадии	Производные стадии				
		1	2	3	4	5
3	Ивово-ольховые заросли вдоль рек	Разнотравно-злаковые и злаково-разнотравные луга				

* Ряд смен хвойно-широколиственного леса не рассматривается, т.к. в Прикамье такие насаждения характерны для подзоны смешанных лесов, а не для южной тайги.

Если попытаться проанализировать механизмы, обеспечивающие устойчивость (стабильность) экосистем, то можно отметить, что они могут реализовываться на уровне собственно экосистем и на двух более низких уровнях – популяции и отдельного организма.

Можно выделить семь таких механизмов:

1. Многие абиотические системы обладают свойством устойчивости в том смысле, что после нарушений, вызванных вмешательством каких-то внешних сил, они восстанавливают свою структуру. Примером может служить бессточное озеро, автоматически восстанавливающее нейтральный баланс своей водной массы.

Другие 6 групп механизмов сохранения устойчивости экосистем связаны с живой материей.

Уровень отдельных организмов

2. Физиологические адаптации живых существ к неблагоприятным воздействиям среды. Так, регулирование транспирации (испарения воды) позволяет растениям существовать при различных уровнях влажности воздуха и субстратов, а также при различных температурах.

3. Фенотипическая изменчивость организмов обеспечивает им во взрослом состоянии наибольшее соответствие окружающей обстановке. Так, у животных, выросших в разных условиях, варьирует длина шерсти, толщина подкожного слоя жира и т.д.

4. “Убегание” от неблагоприятных воздействий. Так, обитатели пустыни, будучи на поверхности земли, мгновенно погибли бы от перегрева, находясь же на ветке саксаула или зарываясь в грунт, они как бы «убегают» от воздействия высоких температур. От зимних морозов многие животные спасаются, впадая в спячку, и т.п.

Популяционный уровень

5. Эволюционный механизм, движущий и стабилизирующий отборы, описанные русским академиком И.И. Шмальгаузенем, позволяет популяциям противостоять длительным изменениям среды путем выработки и закрепления в потомстве соответствующих приспособлений, стабилизирующий отбор сохраняет особей со средним значением признаков. Так, на островах, открытых действию ветров, доминирует разрывающий отбор, сохраняющих особей хорошо летающих (с длинными крыльями, быстро летающие) или вообще не летающих (не летающие птицы Новой Зеландии, бескрылые осы, мухи и т.п. на других островах). Сильные порывы ветра могут погубить короткокрылых птиц, которые не успевают добраться до убежища или, наоборот, длиннокрылых, которые пытаются противостоять сильным порывам ветра (стабилизирующий отбор). Последнее было показано И.И.

Шмальгаузенем на воробьях, среди которых сохраняются, как правило, особи со средней длиной крыла.

Экосистемный уровень

6. Экосистемный механизм обеспечивает замену отдельных организмов и даже целых популяций в случае их гибели в результате неблагоприятных воздействий. Это позволяет экосистеме восстановить наружную структуру, сохраняя высокий уровень использования энергетических и вещественных ресурсов. Возможность замены тем больше, чем богаче выбор наличных видов с разными экологическими особенностями. Отсюда понятно, чем объясняется обнаруженная экологами закономерность: с увеличением видового разнообразия в экосистеме повышается ее устойчивость по отношению к природным и антропогенным воздействиям.

7. Особняком стоит деятельность человеческих популяций, выражающаяся в создании искусственных средств защиты устойчивости. Сюда можно отнести не только одежду, жилище, но и орудия труда, охотничье и боевое оружие, машины и многое другое. Этот механизм, который реализуется в создании специализированных информационных систем, наук, технологий, может быть назван социальным.

Существенным моментом устойчивости экосистем является и характер воздействия на них различных факторов. Так, кратковременные воздействия слабо влияют на устойчивость, однако длительное воздействие может вызвать катастрофическое изменение экосистемы. К таким же разрушительным последствиям приводят воздействия на большое число компонентов или на значительную часть территории, занимаемую экосистемой. Можно сказать, что чем дольше длится воздействие, чем большую площадь оно захватывает, чем на большее число компонентов влияет, тем больше вероятность разрушения экосистемы.

Существуют экосистемы с различной устойчивостью. Так, тундровые и пустынные экосистемы рассматриваются как малоустойчивые, а тропические леса, максимально богатые по видовому составу, – как самые устойчивые.

Для экосистем с низкой устойчивостью характерны вспышки численности отдельных видов (в тундре в отдельные годы невероятно высока численность леммингов). Кроме того, низкоустойчивые системы легко разрушаются под влиянием внешних воздействий (перевыпаса, технических нагрузок и т.п.). Например, в тундре колеи после проезда тяжелых вездеходов могут сохраняться многие годы. К числу неустойчивых экосистем относятся и агроэкосистемы, создаваемые человеком,

что объясняют обычно возделыванием одной культуры (монокультуры) или очень немногих видов растений (викоовсяное поле и т.п.).

Элементарные модели экосистем

Компоненты и процессы, обеспечивающие функционирование экосистемы показаны на рис.3.1.

На упрощенной блоковой модели схематически представлено взаимодействие трех основных компонентов: биологического вещества, потока энергии и круговорота веществ. Часть солнечной энергии преобразуется сообществом и переходит на более высокую ступень, трансформируясь в органическое вещество, представляющее собой более концентрированную форму энергии, но ее большая часть деградирует, проходит экосистему и покидает ее в виде низкокачественной тепловой энергии (тепловой сток). Энергия может накапливаться, затем снова высвобождаться или экспортироваться, но ее нельзя использовать вторично. В отличие от энергии элементы питания, в том числе биогенные элементы, необходимые для жизни (углерод, азот, фосфор и др.), и вода, могут использоваться многократно.

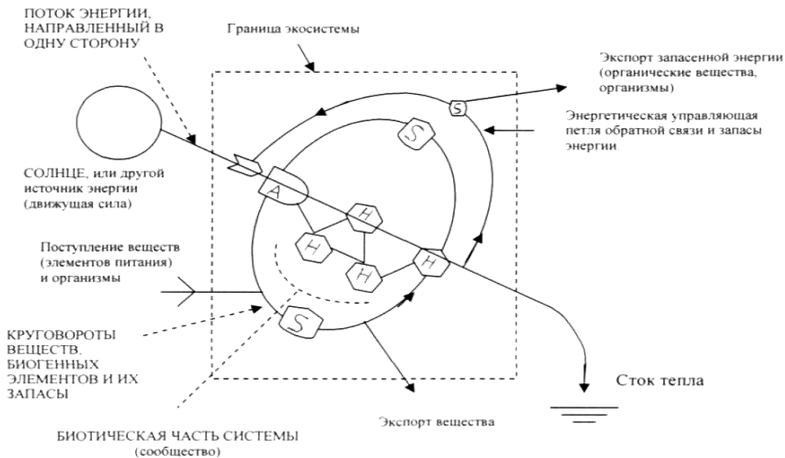


Рис. 3.1. Элементарная модель экосистемы (по Ю. Одуму, 1986)

Модели конкретных экосистем: наземной (лугопастбищной) и водной (озерной или морской), также построенные по блоковому принципу, показаны на рис.3.2.

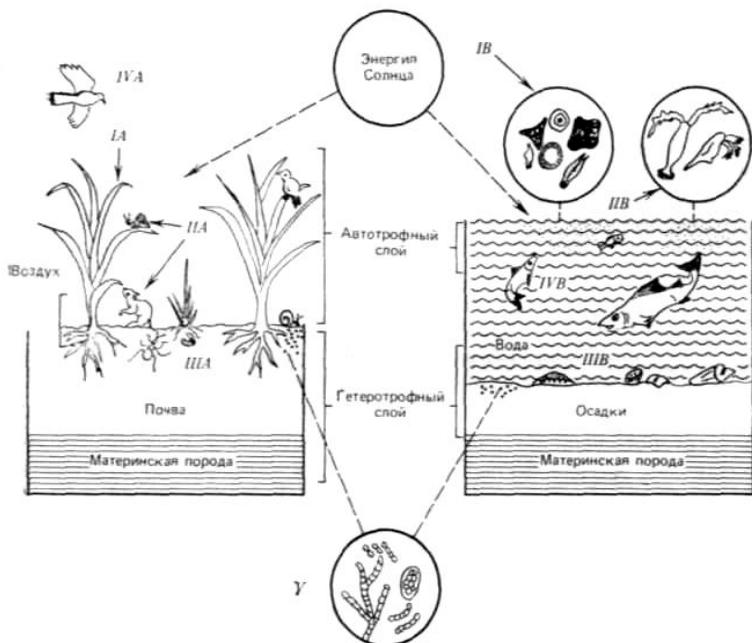


Рис. 3.2. Сравнение наземной (лугопастбищной) и водной (озерной или морской) экосистем (по Ю. Одуму, 1986): / — автотрофы: А— травы, В— фитопланктон; //— растительноядные животные: А— насекомые, млекопитающие лугопастбищного сообщества. В— зоопланктон в толще воды: ///— детритоядные: А— почвенные беспозвоночные на суше, В— донные беспозвоночные в воде; IV— хищники: А— птицы и другие животные на суше, В— рыбы в воде; V— сапротрофы: разлагающие бактерии и грибы.

Для функционирования любой экосистемы необходимы следующие компоненты: солнечная энергия (и другие виды энергии), вода, элементы питания (основные абиотические неорганические и органические соединения), содержащиеся в почвах, донных осадках и воде: автотрофные и гетеротрофные организмы, образующие биотические пищевые сети. Функционирование наземных и водных экосистем сходно, но в них входят совершенно разные виды. Кроме того, в экосистемах глубоких водоемов зеленые растения представлены очень мелкими, часто микроскопическими формами (фитопланктоном), а растения наземных и некоторых мелководных экосистем имеют крупные размеры

Контрольные вопросы

1. Дайте определение экосистемы.
2. Биогеоценоз, отличие этого понятия от экосистемы.
3. Свойства экосистемы.
4. Компоненты экосистемы.
5. Устойчивость экосистем.
6. Сукцессии экзогенные, эндогенные и антропогенные.
7. Механизмы устойчивости экосистем и их уровни.
8. Простейшие модели экосистем.

Список рекомендуемой литературы

Воронов Г.А. География мелких млекопитающих южной тайги Приуралья, Средней Сибири и Дальнего Востока (антропогенная динамика фауны и населения). Пермь: Изд. Перм. ун-та, 1993. 222 с.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России. М.: АО МДС, Юнисам, 1995. 232 с.

Криксунов Е.А., Пасечник Л.Г., Сидорин А.П. Экология. М.: Дрофа, 1995. 240 с.

Небел Б. Наука об окружающей среде. М., 1993. Т.1 и 2.

Одум Ю. Экология. М., Мир, 1996. Т.1 и 2. 328 и 376 с.

Реймерс Н.Ф. Экология. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 638 с.

Экология, охрана природы и экологическая безопасность. уч. пособие./под общ. ред. проф. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 744 с.

4. ОРГАНИЗМ И СРЕДА

Любой организм вступает в многочисленные отношения с окружающим его миром. При этом компоненты окружающей среды и процессы, идущие в ней, оказывают на него разнообразное влияние. Это влияние может быть положительным или отрицательным, кратковременным или постоянно действующим, однако в любом случае оно для него не безразлично. В экологии разработаны представления о факторах среды и условиях существования. Если считать, что любое воздей-

стве на организм является фактором среды, то число таких факторов крайне велико. Они отличаются спецификой действия.

Наиболее часты классификации факторов среды, в которых отдельно рассматриваются факторы абиотические (неживой природы) и факторы биотические (связанные с воздействием организмов друг на друга). Среди абиотических выделяют климатические факторы, которые в свою очередь могут быть разделены на воздействие света, температуры, влажности воздуха или химизма (чаще для водной среды). Другая группа объединяет факторы неживой среды, которые называются эдафическими (эдафос – грунт, почва), их действие определяется свойствами почв или грунтов (механический и химический составы, толщина гумусового слоя, мощность самого почвенного слоя и т.п.). Для водных организмов существенны химический состав воды, толщина водного слоя, течения, количество кислорода, освещенность, которая различна на разных глубинах, давление и т.п.

Биотические факторы обычно делят на две большие группы:

- связанные с внутривидовыми отношениями;
- действующие в отношениях между видами.

При внутривидовых отношениях различают факторы взаимопомощи, конкуренции и иерархии. Примером взаимопомощи могут служить колонии птиц, ситуации, в которых они либо предупреждают друг друга об опасности, либо совместными усилиями отбиваются от врага. Если вороны заметили хищную птицу, то несколько пар, как правило, непрерывно ее атакуют до тех пор, пока она не улетит подальше. Даже крохотные ласточки-береговушки отважно атакуют кошку, которая пытается добраться до их нор, расположенных на крутом обрыве. В результате хищник предпочитает уступить. Известны совместные охоты некоторых хищных зверей (волчьих стай, львиных прайдов и т.п.). Конкуренция может возникать в борьбе за место (поющие самцы мелких птиц весной голосом определяют границы своих гнездовых участков, медведи метят когтями кору деревьев, также обозначая свои владения, в любом случае пришельцу предстоит выдержать жестокое сражение, если он попытается захватить чужую территорию). Даже у кобелей домашних собак в качестве рудимента осталась привычка метить свою территорию, орошая столбики, основания деревьев, забор и т.п. Жесткая конкуренция возникает у многих животных в борьбе за пищу, при этом в некормные годы более слабые особи погибают в первую очередь. Наконец, серьезную борьбу ведут животные за право участвовать в размножении (вспомните бои копытных, драки между самцами хищных зверей, наконец, тока ряда видов птиц). Призом победителя является возможность оставить на Земле

потомков. Следует, правда, указать, что если активная борьба самцов за самку (1-я форма полового отбора, по Ч. Дарвину) отбирает самцов по силе и жизнеспособности, то при активном выборе самками самцов (2-я форма полового отбора) самцы-производители отбираются и по другим признакам. Так, кулики-турухтаны также токуют, но при этом выигрывает не тот, кто сильнее, а тот, воротничок которого, « с точки зрения самок » самый красивый (практически окрас и пышность воротничка у всех самцов неодинаковы). Именно к такому самцу могут подлететь несколько самок, к другому же – ни одной.

Иерархия (соподчинение) – специфическая форма отношений между особями одного вида. В каждой группе особей одного вида и пола имеется особь, господствующая над другими. Такую особь называют обычно первой буквой греческого алфавита – альфой. Есть особь, которая доминирует над всеми, но подчиняется альфе, это – бета, гамма подчиняется альфе и бете, но подавляет всех остальных. Иерархия может быть очень жесткой, у некоторых видов в присутствии альфы подчиненные особи не могут не только размножаться, но даже есть или пить. Первоначально явление иерархии было выявлено у видов, ведущих групповой (стайный, стадный и т.п.) образ жизни. Однако впоследствии было обнаружено, что даже у видов, живущих одиночно, явление иерархии есть. Так, если встречаются два сверчка, то более сильная особь особым образом шевелит усиками, после чего особь более низкого ранга ретируется. Иерархия выявлена у всех видов животных, которые изучались с целью ее установления. Следует отметить, что в течение жизни особь изменяет свой ранг. Так, молодые горные бараны сначала держатся на краю стада, но по мере взросления передвигаются ближе к центру, который занят вожаком (альфой). Если вожак состарился, ослаб, то он может потерять свое лидирующее положение или вообще быть изгнанным из стада. В описанном примере самая ценная с точки зрения воспроизводства потомства особь занимает самое безопасное место, менее ценные особи чаще оказываются жертвами хищников. Если одну и ту же особь поместить в разные группы, то в каждой группе она будет занимать свое специфическое место. Так, опыты с домашними курами показали, что одна и та же курица в одной стайке может быть альфой, в другой занимать более низкие иерархические ступеньки. Легко видеть, что иерархия в конечном итоге способствует выживанию всего вида за счет лимитирования менее ценных (в биологическом отношении) особей.

Факторы, которые определяются межвидовыми отношениями, могут быть разделены на четыре группы: антибиоз, симбиоз, нейтрализм и межвидовая иерархия.

Антибиоз (враждебность жизни) включает в себя все виды конкуренции (за пищу, за место и т.д.), паразитизма, хищничества, к этой же группе относятся вредные воздействия, которые связаны с выделением неприятных для каких-то видов химических выделений других видов.

Симбиоз (отношения взаимовыгодного существования) также весьма разнообразны. Так, рак-отшельник может посадить на раковину хищную актинию, которая не только дает ему дополнительную защиту, но и возможность подбирать « крошки со своего стола ». Акулу сопровождают прилипалы, которые прикрепляются к поверхности тела и используют остатки ее пиршеств. Симбионтами этой рыбы являются и рыбки-лоцманы, наводящие акулу на жертву, а затем пользующиеся остатками пищи. Спутниками крупных хищников-львов оказываются шакалы. Иногда используются не только остатки пищи или поверхность тела, но и норы. Так, пестрая утка-пеганка может поселиться в норе лисы. Лиса не трогает сожительницу, а утка в случае опасности своим « змеиным » шипением отпугивает незваных гостей. Степень выраженности симбиотических отношений различна, но в любом случае симбиоз выгоден (хотя бы одному из сожителей) и никому не наносит ущерба.

Нейтрализм – отсутствие каких-либо отношений между особями разных видов. Так, ласточка добывает свою пищу (беспозвочных) в воздухе днем, а летучие мыши ловят других беспозвочных ночью. При этом ласточки и летучие мыши не мешают и не помогают друг другу, т.е. видимых связей между ними нет.

Межвидовая иерархия наблюдается в тех случаях, когда животные разных видов образуют смешанные группы. Так, в стайках разных видов синиц, которые кочуют по зимним российским лесам, обычно встречаются поползни, пищухи, при этом каждая особь четко знает свое место в смешанном иерархическом ряду. Смешанные стада жвачных животных саванн, в которые входят разные виды антилоп и других копытных, также позволяют констатировать явление межвидовой иерархии.

С увеличением масштабов своей деятельности человек оказывает все большее воздействие на природу. Поэтому большинство экологов выделяют особую группу не абиотических и в то же время не биотических факторов. Речь идет об антрополических факторах. Разные виды деятельности человека специфичны по своему воздействию на природу. Однако можно разделить эти факторы воздействия на две большие группы:

- а) деструкционные,
- б) трансформационные.

Деструкция природных комплексов означает их разрушение, уничтожение. Примером деструкционного воздействия может быть лесной пожар, вырубка леса, уничтожение степных сообществ при распашке земель и т.п.

Трансформация не уничтожает экосистему, а лишь в большей или меньшей мере меняет ее облик. При этом общий облик экосистемы остается приблизительно сходным с первоначальным. Так, если лесоруб уничтожает лесную экосистему (деструкция), то охотник или грибник изымает из экосистемы некоторое число организмов, не затрагивая ее основные структуры. В ходе трансформации могут изменяться некоторые условия существования. Например, туристы могут вытаптывать (уплотнять) почву, которая становится менее благоприятной для обитания ряда видов растений.

Легко понять, что между деструкционными и трансформационными воздействиями нет четкой границы. Так, слабое загрязнение воздуха несколько ухудшит условия жизни организмов в экосистеме. В то же время мы знаем, что чрезвычайное загрязнение может разрушить экосистему в целом.

Описанная выше классификация, однако, носит эмпирический характер и не охватывает всего многообразия различных воздействий на организм. Поэтому нами была разработана классификация, которая включает все возможные факторы.

В философии имеется представление о формах материи, их соподчиненности и развитии, именно они стали методологической основой нашей классификации.

Следует выделять следующие группы факторов:

I. Абиотические –

- 1) механические (воздействие ветра, давления и т.п.);
- 2) физические (все, что связано с получением или потерей энергии во всех ее видах);
- 3) химические (все, что связано с потерей или приобретением вещества);
- 4) геологические (вулканизм, изменение наклона земной оси, горообразование, сейсмичность, подвижность и стабильность земной коры);
- 5) географические (комплексное воздействие природных систем или экосистем, пространство, собственное время экосистем).

II. Биотические –

- 6) внутривидовых отношений;
- 7) межвидовых отношений.

III. Антропические –

- 8) деструкционные;
- 9) трансформационные.

Следует отметить « включающий характер » действия последовательно усложняющихся групп факторов (от абиотических к антропо-чским). Так, в действии биотических факторов всегда содержится комплекс более простых (механических, химических, физических). При этом большинство факторов оказывают на организм не только прямое, но и косвенное воздействие. Так, химизм воздуха связан с его влажностью, ветер оказывает воздействие на влажность воздуха; человек может отстрелять белку или вырубить лес, и в том и в другом случае белок в данной местности не будет и т.п.

Действие факторов на организм подчиняется многим закономерностям, однако, среди них можно выделить самые существенные. На наш взгляд, наибольшее значение имеют две из них. Н. Ф. Реймерс (1990) предложил их называть « законами ».

1. Закон совокупного действия природных факторов (Э. Митчерлиха – А. Тинемана – Бауле): сформулирован Н. Ф. Реймерсом в двух определениях:

а) величина урожая зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего, фактора, но от всей совокупности экологических факторов одновременно;

б) тот из необходимых факторов окружающей природной среды определяет плотность популяции биологического вида (от нуля до максимальной численности), который действует на стадию (фазу) развития организмов, имеющую наименьшую экологическую валентность, притом воздействует в количестве и с интенсивностью, наиболее далеко отстоящими от оптимума, необходимого виду на данной стадии. В такой формулировке закон справедлив лишь при условии, что организмы сами активно не избирают необходимое им из окружающей среды и не способны изменять ее.

Лимитирующий фактор – синоним термина « условие существования ». Понимается как количество фактора (например, температуры), необходимое для обеспечения жизни и полного развития организмов, включая возможность размножения. Если представить воздействие температуры на организм, то для многих видов наших широт оптимальные температурные условия будут лежать между 10 – 25 градусами тепла (для человека эти пределы равны 18 – 23 градусам), если температура будет ниже или выше, то организм оказывается в неблагоприятной пессимальной зоне, а температуры ниже -60 и более 100 градусов не позволяют выжить организмам вообще. Такие значения температур называются летальными. Примерно так же, как температу-

ра, действуют на организм все прочие факторы, т. е. имеется оптимальная зона количества фактора, две pessимальных зоны и две летальных границы. Как правило, в pessимальных зонах развитие и размножение организмов подавлено (рис 4.1.).

Экологическая валентность – способность видов переносить колебания действия факторов. Чем больше экологическая валентность, тем большие колебания условий среды способен переносить организм. Классификации условий существования, естественно, аналогичны таковым для факторов среды.

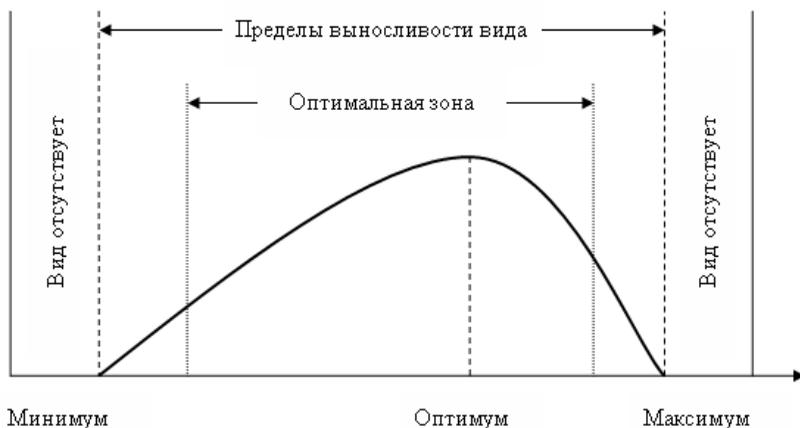


Рис. 4.1. Интенсивность экологического фактора

2. Закон минимума (сформулирован Ю. Либихом в 1840 г.) – выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т.е. жизненные возможности лимитируют экологические факторы, количество и качество которых близки к минимуму, необходимому организму или экосистеме: дальнейшее их снижение ведет к гибели организма или деструкции экосистемы. Дополнительное правило взаимодействия факторов: организм в определенной мере способен заменить дефицитное вещество или другой действующий фактор иным функционально близким веществом или фактором (например, одно вещество заменить другим, функционально близким), что, впрочем, далеко не всегда положительно для организма. Так, вытеснение в костях животных кальция радиоактивным стронци-

ем резко повышает их хрупкость, т.е. чем больше стронция, тем больше переломов. В то же время правило взаимодействия факторов позволяет рационально заменять дефицитные вещества и воздействия, что важно для рациональной эксплуатации живых ресурсов; выяснение же слабого звена цепи чрезвычайно важно в экологическом прогнозировании, планировании и экспертизе проектов.

Следует иметь в виду, что избыточное количество фактора также неблагоприятно для организмов. Эта закономерность была сформулирована в середине XX в. В. Шелфордом в виде правила или закона толерантности. Диапазон между минимумом и максимумом экологического воздействия определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору. Н. Ф. Реймерс (1990) пишет: «Смысл закона толерантности очевиден: грубо говоря, плохо и недокормить, и перекормить, все хорошо в меру». На рис. 4.1 графически отображена схема выносливости видов в связи с интенсивностью факторов.

Из факторов, совокупное действие которых на организмы особенно велико, следует выделить влажность среды и ее температурный режим. Совокупность этих условий жизни фактически определяет распределение биоценозов на нашей планете. Это послужило основой для разработки учения о природных зонах, что связывают с именами В. В. Докучаева, Л. С. Берга и их последователей. Развивая эти взгляды, Ю. Н. Куражковский еще в 1976г. разработал представления о периодической системе экологических условий суши (табл.4.1), а Н. Ф. Реймерс (1990) вслед за А. А. Григорьевым и М. И. Будыко пишет о периодическом законе географической зональности (рис.4.2.).

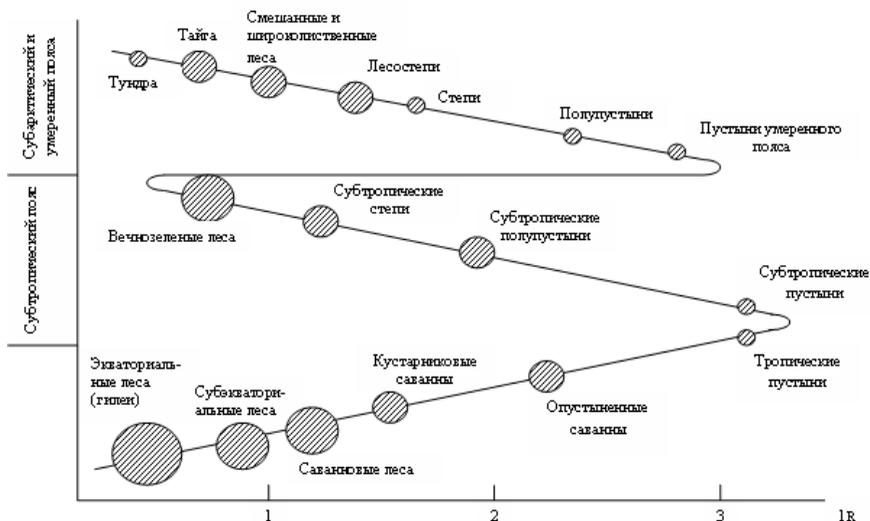


Рис.4.2. Периодический закон географической зональности (по Н.Ф. Реймерсу, 1990). $1R$ – радиационный индекс сухости (отношение радиационного баланса к количеству тепла, необходимому для испарения годовой суммы осадков). Диаметры кружков пропорциональны биологической продуктивности ландшафтов

Контрольные вопросы

1. Экологические факторы и их классификация.
2. Виды биотических факторов.
3. Факторы абиотические.
4. Виды антропоических факторов.
5. Сущность периодической системы экологических условий суши.
6. Периодический закон географической зональности.
7. Правило (закон) Либиха.
8. Правило В. Шелфорда. Толерантность и экологическая валентность видов.

Список рекомендуемой литературы

Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А., Мяло Е.Г. Биогеография с основами экологии. М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 408 с.

Воронов Г.А. Проблемы зоологии и охраны природы. Пермь, 1989. 36 с.

Куражсковский Ю.Н., Смолоник И.К., Тараненко Л.И. Периодическая система экологических условий суши. Ростов-на-Дону, 1976. 6 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

Таблица 4.1

**Периодическая система экологических условий суши
(по Куражсковскому и др., 1976)**

Тепловые пояса	Природные зоны и ландшафты (в скобках средние коэффициенты увлажнения)						
	Ультра-аридные (менее 0,3)	Аридные (0,4)	Субаридные (0,75)	Медиаальные (1,0)	Субгумидные (1,3)	Гумидные (1,8)	Ультрагумидные (более 0,3)
Полярный	Полярные каменные пустыни	Накипно-лишайниковые	Сухие мохово-лишайниково-водорослевые	Мохово-травяные	Влажные мохово-водорослевые	Снежно-водорослевые	Ледяные пустыни
Субполярный	Холодные пустыни	Холодные полупустыни	Сухие тундры	Кустарниковые тундры	Влажные тундры	Мокрые тундры	Тундровые болота
Умеренный	Пустыни	Полупустыни	Степи	Лесостепь	Светлохвойно-лиственные леса	Темнохвойно-лиственные леса	Переувлажненные луга и пустоши
Субтропический	Пустыни	Полупустыни	Степи с кустарниками	Жестколиственные леса и кустарники	Светлые леса	Влажные леса	Субтропические болота

Окончание табл.4.1

Тепловые пояса	Природные зоны и ландшафты (в скобках средние коэффициенты увлажнения)						
	Ультра-аридные (менее 0,3)	Аридные (0,4)	Субаридные (0,75)	Медиальные (1,0)	Субгумидные (1,3)	Гумидные (1,8)	Ультрагумидные (более 0,3)
Тропический	Пустыни	Полупустыни	Степные саванны	Лесные саванны	Светлые экваториально-тропические леса	Влажные экваториально-тропические леса	Экваториально-тропические болота

Примечание. В связи с наличием субполюсов и геологических вариаций земной поверхности эта таблица не исчерпывает всех возможных вариаций геологических условий, но демонстрирует общую закономерность их изменений.

5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Загрязнение окружающей среды – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов, или превышение в рассматриваемое время естественного среднесреднего уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации в среде перечисленных выше агентов, нередко приводящее к негативным последствиям. Можно понимать загрязнение и как увеличение концентрации физических, химических, информационных и биологических агентов сверх недавно наблюдавшегося количества (например, помутнение речных вод после дождя). Н. Ф. Реймерс (1990) подчеркивает, что в наиболее общем виде загрязнение – все то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве, какое естественно для природы (что выводит ее системы из состояния равновесия), отличается от обычно наблюдаемой нормы и/или желательно для человека. Загрязнение может быть вызвано любым агентом, в том числе самым “чистым” (например, лишняя по отношению к природной норме вода в экосистеме суши – загрязнитель).

По масштабу воздействия загрязнения подразделяются на локальные, региональные и глобальные. Локальные антропогенные загрязнения, как правило, формируются в городах, на крупных промышленных предприятиях или в районах добычи полезных ископаемых. Региональные загрязнения характерны для мощных промышленных комплексов, например Березниково-Соликамского, Норильского и т.д. Глобальные загрязнения формируются либо крупными экономическими районами развитых в промышленном отношении стран, либо даже целыми государствами и даже группой стран. Например, Рейнско-Рурский экономический район сложился в Германии, но в настоящее время распространяется в сопредельные области Франции, Бельгии, Голландии, а кислотные дожди совместно с другими загрязнителями выпадают в Скандинавских странах.

Загрязнение может возникать в силу естественных причин (в этом случае говорят о природном загрязнении) и под влиянием деятельности человека (антропогенное загрязнение). Именно антропогенное загрязнение обычно имеют в виду при обсуждении этой проблемы.

Природное загрязнение, вызванное естественными причинами (при этом очень часто катастрофическими: извержение вулкана, селевой поток и т.п.), происходит вне влияния человека на природные про-

цессы или в результате весьма отдаленного косвенного воздействия людей на природу.

Антропогенные воздействия возникают в результате хозяйственной деятельности людей, в том числе их прямого влияния на состав и интенсивность природного загрязнения или косвенного, например, при гидростроительстве, создании дорожных покрытий, распашке земель, выбросах в атмосферу или сбросах в воду газообразных или жидких отходов производства.

Как уже отмечено выше, по их природе загрязнения можно разделить на физические, химические, биологические. Иногда выделяют также механическое загрязнение среды, под которым понимают ее засорение, оказывающее, главным образом, неблагоприятное механическое воздействие без физико-химических последствий (например мусором). Фактически, впрочем, замусоривание всегда сопровождается негативными физико-химическими процессами. Под физическим загрязнением понимают изменение параметров среды: температурно-энергетических (тепловое загрязнение), волновых (световое, шумовое, электромагнитное загрязнения), радиационных (радиационное, радиоактивное загрязнения) и т.п.

Наиболее опасны из антропогенных загрязнений химические. По оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), из более чем шести миллионов известных химических соединений практически используются около 500 тыс. соединений; из них почти 40 тыс. обладают вредными для человека свойствами, а 12 тыс. являются токсичными.

Химическое загрязнение понимается либо как появление в природной среде ранее не встречавшихся в ней химических веществ или элементов или резкое превышение количества обычных для экосистемы соединений, существенно превышающий кларковый уровень химических элементов. Кларк химического элемента – числовая оценка среднего содержания химического элемента в земной коре, литосфере, атмосфере, гидросфере, биосфере, ее живом веществе, Земле в целом, в различных горных породах, космических объектах и т.п. в последние десятилетия все чаще говорят о кларках в территориальном аспекте, понимая под этим среднее содержание элементов как в отдельных регионах, так и в конкретных экосистемах. Кларки выражают в единицах массы (процентах, г/т и др.)

По тому, какие среды (или оболочки Земли) загрязняются, различают загрязнение атмосферы, гидросферы, литосферы, педосферы и биосферы. На практике часто приходится иметь дело с изменением количества различных агентов в отдельных частях этих оболочек.

Можно в этом случае говорить, например, о загрязнении океана, загрязнении пресных наземных вод, загрязнении подземных вод и т.п.

Источниками загрязнений являются все виды хозяйственной и бытовой деятельности людей. Различают загрязнения, возникающие в результате промышленной, сельскохозяйственной, транспортной, даже военной или медицинской и др. деятельности.

Наиболее существенными результатами загрязнений в экологическом отношении являются изменение естественного хода природных процессов, нарушение экологического баланса (равновесия) во взаимодействии разных компонентов природных систем. Первым признаком неблагополучия служит увеличение амплитуды колебаний всех развивающихся явлений и процессов. Так, в загрязненных природных системах размах колебаний численности животных обычно возрастает. При существенном увеличении длительности действия загрязнителей, захвате ими все большего числа компонентов экосистемы или все большей ее площади резко возрастает возможность катастрофического изменения экосистемы, или ее деградации, или даже гибели. В отдельных случаях слабое повышение количества загрязнителей может давать и положительный эффект.

В ходе использования тех или иных компонентов природной среды, а также в результате их переработки и трансформации некоторые агенты выступают в роли загрязнителя (те, количественный уровень которых превышает естественный для системы средний фон), при этом они могут быть внешними (вноситься извне) и внутренними для природного комплекса или среды (возникать в ней в результате изменения хода природных процессов). Некоторые вещества при этом могут представлять собой определенную ценность. В таком случае можно говорить об образовании отходов.

Отходы – непригодные для производства данной продукции виды сырья, его неупотребимые остатки или возникающие в ходе технологических процессов вещества (твердые, жидкие и газообразные) и энергия, не подвергающаяся утилизации в рассматриваемом производстве (в том числе в сельском хозяйстве и строительстве). Отходы одного производства могут служить сырьем для другого. Как правило, в категорию отходов не включают природное вещество, неявно используемое в технологических циклах, - воздух, его кислород, проходящую “транзитом” воду и т.п. Нередко не учитываются и энергетические отходы. По мнению Н. Ф. Реймерса (1990), при использовании всех видов ресурсов количество полезного общественного продукта составляет не более 2% вовлекаемых природных веществ и энергии (остальные 98% составляют отходы). Получение лучшего соотношения, ви-

димо, принципиально невозможно, так как реутилизация ведет к значительным затратам энергии. Как правило, энергетический коэффициент полезного действия всех производственных процессов общества суммарно близок к 0,2% – степени утилизации солнечной энергии растительностью. Вредные отходы должны подвергаться нейтрализации, неиспользуемые отходы превращаются в отбросы. Если отходы не используются, то они должны складироваться на соответствующих полигонах, свалках и т.п. Практикуется переработка отходов после соответствующей их сортировки и разделения, с этой целью во многих развитых странах построены мусороперерабатывающие предприятия или заводы, работающие на вторичном сырье, в качестве которого могут выступать и отходы. Менее благоприятен путь, связанный с созданием мусоросжигающих заводов, которые не всегда имеют технологические циклы, обеспечивающие полное уничтожение отходов, при этом сжигание часто приводит к образованию новых загрязнителей.

Уровень загрязнения сред контролируется рядом нормативов, включая ПДК, ПДС, ПДВ, ПГП, ПДД, ПДОК и т.д.

ПДК – предельно допустимая концентрация – норматив – количество вредного вещества (или микроорганизмов, шума и т.д.) в окружающей среде при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени, практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства. Устанавливается в законодательном порядке или рекомендуется компетентными учреждениями (комиссиями и т.п.). При определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом. Исследования последних десятилетий привели к выводу об отсутствии нижних порогов (а следовательно, ПДК) при воздействиях канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычных природных фонов опасно для живых организмов хотя бы генетически, в цепи поколений.

ПДВ – предельно допустимый выброс – выброс вредных веществ в атмосферу, устанавливаемый для каждого источника загрязнения атмосферы при условии, что приземная концентрация этих веществ не превысит ПДК. Предельно допустимым выбросом считается также объем (количество) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в окружающей природной среде или опасно для здоровья человека (ведет к превышению ПДК в среде,

окружающей источник загрязнения). ПДВ регламентируются соответствующими ГОСТами.

ПДС – предельно допустимый сброс (веществ в водный объект) – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте за единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ (или микроорганизмов и т.п.) в местах водопользования, при определении объемов сброса учитываются также ассимилирующая способность водного объекта и оптимальное распределение массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды (по соответствующему ГОСТу).

ПГП – предел годового поступления – количество вещества (загрязнителя), поступление и распространение которого на определенном пространстве в течение года еще не вызывает отрицательных воздействий на человека и природные комплексы.

ПДД – предельно допустимая доза – максимально допустимое количество вредного агента, проникновение которого в организмы (через дыхание, пищу и т.д.) или в их сообщества еще не оказывает на них пагубного влияния. Устанавливается единовременная ПДД и ПДД за определенный промежуток времени (час, день и т.д.).

ПДОК – предельно допустимые остаточные количества вредных веществ в пищевых продуктах, способных к накоплению в рыбе и др. организмах, определяемые по нормам, утвержденным Министерством здравоохранения (соответствующие ГОСТы).

Загрязнители, попадающие в природную среду, включаются в ход естественных процессов, вовлекаются в обменные процессы, перемещаются по цепям питания, участвуют в различных физиологических процессах, идущих внутри организмов, вовлекаются в круговороты между отдельными средами, вступают (в случае химических веществ) в самые разнообразные химические реакции. Это явление, во-первых, может оказывать существенное воздействие как на живые организмы, так и на человека, при этом обычно при превышении соответствующих уровней или концентраций оно приводит к достаточно серьезным негативным результатам. Следует иметь в виду, что антропогенные загрязнения приобретают масштабы, не только сопоставимые с природными, но в некоторых случаях значительно более мощные.

Так, если речь идет о загрязнении атмосферы основными химическими группами загрязняющих веществ, то следует отметить, что на долю антропогенных источников приходится примерно 90% окиси

углерода, две трети окислов серы, около 50% окислов азота и углеводородов и т.д.

Таблица 5.1

**Основные загрязнители атмосферы, млн т
(по А. М. Алпатьеву, 1983)**

Источники	Окись углерода	Окислы серы (в пересчете на серу)	Окислы азота	Углеводороды	Взвеш.тв. частицы
Природные	20 – 40	100 – 150	90 – 120	100 – 200	170 – 200
Антропогенные	280 – 310	60 – 100	40 – 50	80 – 90	70 – 80

Известно, что в целом на Земле доля антропогенных источников загрязнения по сравнению с природными увеличивается. Можно говорить об увеличении роли техногенных потоков в общих циклах элементов. Такие расчеты для разных регионов СНГ сделаны Н. Ф. Глазовским еще в 1976 г. (табл. 5.2.). По расчетам этого автора, с экспортом древесины ежегодно с территории СНГ вывозится 2 – 5 тыс.т фосфора, 6 – 20 тыс.т азота, 1,2 – 6 тыс.т кремния, миграция этих элементов с древесиной из лесных районов СНГ в безлесные в 10 – 20 раз больше, чем вывоз за рубеж.

С межгосударственными перевозками зерна в мире ежегодно переносится 1700 тыс.т калия, 170 тыс.т фосфора, 2400 тыс.т азота, что сопоставимо с общим годовым речным ионным стоком биофильных элементов в Мировой океан – 18 000 тыс.т.

Многие химические вещества даже в небольших дозах токсичны для живых организмов. Токсичность – способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человек, животные, растения, грибы, микроорганизмы). Понятно, что для токсичных веществ особенно важно установление допустимых уровней содержания в среде.

Таблица 5.2

**Роль техногенных потоков в общих циклах элементов,
тыс.т/год**

Регион	Канал потока	K	P	Fe	Si	N
Европейская часть РФ	Ввозится с зерном	220	21	2,7	100	300
	Ионный сток Волги	900	25	15,0	500	30
Кустанайская область Казахстана	Вывозится с зерном	100	10	1,2	-	140
	Ионный речной сток				-	
	Принос с атмосфер. осадками		3	5,4	-	
Англия	Ввозится с зерном	220	20	2,0	80	270
	Перенос с атмосфер. осадками	-	-	-	-	1000

Приведем, в качестве примера такие показатели по некоторым токсическим веществам (табл. 5.3). В таблице химические элементы, входящие в состав соединений, даются в пересчете на сам элемент.

Таблица 5.3

Допустимые пределы содержания некоторых токсических веществ в питьевой воде (мг/л) и уровни радиоактивности (Кюри/л) (рекомендации Всемирной организации здравоохранения, 1971)

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

В ряде районов мира применяются более высокие стандарты, чем рекомендует Всемирная организация здравоохранения, есть свои стан-

дарты и в отдельных странах, в частности в России, при этом они бывают строго детализированы для воды, применяемой в различных целях. Тем не менее почти для двух третей населения нашей планеты проблема создания или сохранения чистой, безопасной для здоровья среды остается одной из самых острых.

При попадании в биосферу часть техногенных веществ усваивается, часть перерабатывается и меняет свои свойства, часть рано или поздно разлагается на составные, более простые компоненты. Живые организмы и почва накапливают в себе труднорастворимые вещества, при этом концентрации загрязнителей в них со временем могут достигать величин, многократно превышающих таковые в неживой природе. Это нарастание происходит обычно через использование продуктов питания, т.е. алиментарным путем. Существенно для степени загрязнения и положение организма в экосистеме и его функции, т.е. является ли живое существо продуцентом или консументом? Кроме того, на разных стадиях развития организмы в разной степени аккумулируют химические вещества. Так, если концентрацию стронция в р. Колумбия (США) ниже атомных станций по течению принять за единицу, то у водных беспозвоночных она составит 35 единиц, у уток – 7500, а в желтке утиных яиц достигнет 200 тыс. единиц.

Весьма существенными для снижения уровней загрязнения оказываются приемы, позволяющие сократить их прежде всего в неживых средах. Наиболее часто используются такие методы:

- а) строительство очистных сооружений,
- б) разработка технологий, включающих максимально полное использование сырья и одновременно дающих минимальное количество загрязнителей.

Безусловно, малоотходные технологии в перспективе гораздо более прогрессивны. Можно предполагать, что при дальнейшем развитии общества и хозяйства человека за ними будущее. Однако создание газоочистных, водоочистных и т.п. установок на сегодняшний день остается остро необходимым.

Помимо очистки воды, воздуха или комплексной переработки сырья (использование прогрессивных технологий) разработаны методы, позволяющие снижать концентрации загрязнителей в конкретных экосистемах или на определенных территориях (в акваториях). К их числу относятся :

- 1) рассеивание;
- 2) разбавление.

При рассеивании, под которым понимают уменьшение концентрации вещества (объектов) под воздействием каких-то причин, очень

важно положение источника загрязнений в пространстве. Так, если предприятие расположено в местности, постоянно продуваемой ветрами, высоких концентраций загрязнителей обычно не наблюдается (исключение могут составлять дни со штилем). Точно также, чем выше труба, через которую выбрасываются вредные вещества, тем на большей площади они рассеиваются. О рассеивании загрязнителей говорят обычно, когда речь идет о выбросах химических веществ в атмосферу.

При загрязнении водных объектов жидкими сбросами обычно говорят о разбавлении. С этой позиции в наиболее выгодном положении находятся предприятия, расположенные на берегах водоемов, при этом чем больше объем водных масс, тем выгоднее для предприятия. Аналогичное значение имеет скорость течения или интенсивность перемешивания водных потоков. Практикуется строительство своеобразных трубопроводов, через которые загрязненные стоки отводятся подальше от берегов и сбрасываются в толщу морских вод (Англия, Ирландия строили такие трубы в середине прошлого столетия).

Следует иметь в виду, что и рассеивание, и разбавление – меры паллиативного характера, которые могут решить проблемы уменьшения загрязнений или их концентраций для какого-то одного конкретного участка, но не решают общую задачу снижения вредных выбросов и сбросов в биосферу, т.е., строго говоря, решая проблемы одного места, в конечном счете создадут такие же во многих местах. В главе о загрязнении атмосферы мы упоминали, что международная конвенция о трансграничном переносе подчеркивает, что использование рассеивания как меры борьбы с ним крайне нежелательно. В то же время, если учитывать репарационные способности экосистем, рассеивание и разбавление могут быть важными дополнительными приемами снижения уровня загрязнений. Если понимать репарацию (регенерацию) как способность среды к самовосстановлению (самоочищению в данном случае), то можно констатировать, во-первых, существование такой особенности у всех природных комплексов, а во-вторых, то, что мы почти не знаем, насколько высок репарационный уровень различных природных компонентов и их сочетаний. Тем не менее известно, что при прекращении выбросов в атмосферу через какое-то время растения, живущие в загрязненных местах, постепенно избавляются от загрязнителей в своих тканях (за исключением тех поллютантов, которые способны к кумуляции – накоплению или долгоживущи). Точно также, если в речную воду попадают загрязненные стоки, через определенное число километров, пройденных текущей водой, она становится чистой. К сожалению, способности природных вод к разбавлению и самоочищению в наши дни, вероятно, приближается к своему

пределу (во всяком случае, на территории европейской части Российской Федерации). Подсчитано, что общее количество грязных стоков, попадающих в такую огромную и многоводную реку как Волга, составляет уже шестую часть общего объема водной массы. В результате эффект разбавления не позволяет получить осязаемый результат, а каскад водохранилищ, практически лишив реку течения, обеспечивает накопление большого числа загрязнителей. Напомним также о печальной судьбе Аральского моря. Из рек, питающих его, изымалось и изымается громадное количество воды для полива, в них поступают огромные объемы воды, загрязненной сбросами промышленных предприятий, сельского хозяйства, бытовыми отходами. В результате изменился гидрологический и гидрохимический режим, что в конечном итоге привело к практической гибели Аральского моря, водоёма, ранее обеспечивающего жизнь поселков и городов на его берегах.

В заключение следует подчеркнуть, что большие и малые концентрации загрязнителей оказывают разное воздействие. Большие концентрации приводят к серьезной деградации или даже гибели экосистем, малые концентрации, в зависимости от свойств составляющих их веществ и продолжительности воздействия, могут быть на первых порах иногда полезны (в случае, если вещества не являются токсичными), но если мы имеем дело с токсичными и стойкими к разложению соединениями, их воздействие, как правило, негативно.

6. ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

В воздушную среду регулярно попадает довольно большое количество различных веществ. Часть из них имеет природное происхождение, другая часть возникает в результате хозяйственной деятельности человека или появляется при бытовом использовании различных природных ресурсов.

Вулканический пепел, химические соединения серы с различными веществами извергаются вулканами, гейзерами и т.п. При этом иногда в атмосферу попадает масса загрязняющих веществ. Так, извержение вулкана на острове Кракатау в 1883 г., во время которого было выброшено 19 км^3 пепла и других веществ, обеспечил необычайно яркие зори на всей Земле в течение нескольких лет. Естественные процессы, идущие при болотообразовании, обогащают атмосферу углеводородами (метаном и др.). Правда, обычно такие загрязнения носят локальный (местный) характер. При нормальном содержании углекислого

газа 0,03% под пологом влажно-тропических экваториальных лесов могут располагаться участки (особенно в понижениях), в которых содержание углекислого газа достигает 1,5%, что делает такие участки опасными (ядовитыми) для живых существ.

Известен процесс « дыхания » почвы, при котором нижние слои воздуха обогащаются и углекислым газом, и углеводородами, и даже микроорганизмами. Громадные массы океана, соприкасаясь с воздухом, также увеличивают в нем содержание различных веществ (капли воды, попадая в атмосферу, несут в нее мельчайшие кристаллики морских солей и т.п.).

Различают несколько техногенных видов загрязнения атмосферы, классифицируемых по особенностям свойств загрязнителей. Среди них можно выделить следующие:

1. Биологические и микробиологические загрязнения. Источником такого загрязнения могут быть производственные процессы, захватывающие живые ресурсы, почвы, а также люди. Наблюдается определенная корреляция между микробным заражением воздуха и числом людей, обитающих на этой территории. Так, подсчет числа микробных тел, проведенный французскими учеными в середине прошлого века дал такие результаты: в Вогезах (горный район) число микробов в 1 см³ воздуха составляло несколько особей, в сельской местности Франции – уже нескольких сотен тысяч, а в большом магазине в центре Парижа могло превышать 4 млн. При этом в Вогезах практически не обнаружены болезнетворные микроорганизмы, в сельской местности они составляли до 40% всех микробных тел, а в Париже – более 80%. Кстати, это объясняет то, почему полярники, люди, находящиеся в экспедициях, т.е. в достаточно экстремальных условиях, практически не болеют инфекционными заболеваниями, но немедленно заболевают, вернувшись в городские условия.

Помимо микроорганизмов воздух может загрязняться мелкими живыми организмами, поднимающимися вверх с восходящими токами воздуха или частичками растений и т.п. Так, в нашей стране десятилетиями решается проблема тополей. Люди озеленяют ими города, затем производят варварскую обрезку ветвей, иногда отпиливая часть ствола. В результате мужские особи некоторых видов (почему-то именно эти сорта любят озеленители) меняют пол и начинают пылить, создавая немалые проблемы для людей, особенно тех, кто страдает бронхиальной астмой или аллергичны к тополинному пуху. Отметим, что, во-первых, число больных растет, а во-вторых, сама проблема тополинного пуха возникает в результате действия людей.

Все виды загрязнений биологическими объектами (включая микроорганизмы) называют биологическим загрязнением. Вероятно, легко уловить связь между биологическим загрязнением и деятельностью человека, которая увеличивает его разнообразие и интенсивность. Каждый, кто проезжает мимо крупных животноводческих комплексов, ощущает результат искусственной концентрации домашних животных в большом числе в одном месте. Так, в окрестностях птицефабрик воздух весьма загрязнен меркаптанами и другими органическими веществами.

2. Загрязнение воздушного бассейна пылью. Естественно, что деятельность современного человека весьма интенсифицирует этот процесс. При разработке открытых горных карьеров, при перевозке сыпучих полезных ископаемых, при сжигании дров, каменного угля и т.п. воздух насыщается твердыми частичками угля и других веществ. Известно, что еще в 1276 г. при короле Эдуарде I в Лондоне было запрещено топить камин (уже тогда основным бытовым топливом в Лондоне был каменный уголь). В начале следующего столетия один нарушитель был повешен. Известна и связь между степенью озеленения населенного пункта и количеством твердых частиц в воздухе. Так, в городском саду, занимающем хотя бы один - два квартала городской застройки в центре поселения воздух даже зимой содержит на 30 – 35% пыли меньше, чем на прилегающих улицах, летом этот показатель может превышать и 50%. Любопытно, что в подавляющем числе городов нашей страны не достигается нормативный показатель площади всех видов зеленых насаждений, который для миллионного города такого же расположения и размера, как Пермь, требует иметь 19–21 м² на жителя (сюда включаются газоны с травами и цветами, кустарники, посадки деревьев и т.п.). Число квадратных метров должно быть увеличено до 25 м² вокруг школ и подобных детских учреждений, а вокруг больниц в зависимости от характера заболевания может требоваться от 40 до 60 м². Реальная площадь внутригородских насаждений в Перми составляет 7,2 м² на жителя.

3. Физическое загрязнение воздуха. Различают, по крайней мере, два типа такого загрязнения: акустическое и электромагнитное. Известно, что шум силой более 120 децибел попросту смертелен для человека, находящегося вблизи его источника (отметим, что шумовой фон на дискотеках, например, достигает 90 – 100 децибел). Электромагнитные излучения искусственного происхождения буквально пронизывают всю атмосферу. Электричество, радио и телеволны, поля вокруг действующих приборов и станков, конечно, оказывают определенное действие на человека. Хотя влияние электромагнитной, искус-

ственно создаваемой человеком обстановки на людей еще не очень выяснено, можно, основываясь на некоторых исследованиях, констатировать увеличение числа сердечно-сосудистых заболеваний, вплоть до серьезных катастроф здоровья отдельных людей (т.е. прирост числа инфарктов, инсультов и т.п.). Частным случаем акустического загрязнения иногда считают вибрацию, которая оказывает на человека воздействие в ходе производственной деятельности, использования транспортных средств и т.п. Этот вид воздействия на человека может приводить к тяжелым поражениям тех частей тела, например рук (вплоть до потери пальцев), которые постоянно соприкасаются с вибрирующими объектами.

4. Самым известным является загрязнение воздуха различными химическими веществами. Известно несколько сотен соединений, которые попадают в атмосферу благодаря деятельности человека (есть сведения, что таких веществ насчитывается более 4 000). Наибольшее внимание ныне уделяется радиоактивному загрязнению (результаты ядерных взрывов, катастроф на атомных объектах, например, взрыва на производственном объединении « Маяк » в 1957 г. в Челябинской области, оставившего т.н. уральский след). В последнее время все большее внимание уделяется диоксинам – группе веществ, насчитывающей более 170 соединений, которые крайне опасны для здоровья человека. Неслучайно в России, как и в ряде других стран, создана федеральная программа по борьбе с диоксинами. Обычно при анализе загрязнения воздушной среды в мире ведется статистический учет по 5 группам соединений, которые позволяют сравнивать между собой различные страны и территории. К их числу относят:

1) Загрязнение пылью, твердыми частицами, которое может быть природным или антропогенным (последнее производственным и бытовым). Следует, однако, иметь в виду, что деятельность человека все более интенсифицирует этот процесс. Так, распашка целинных земель привела к появлению на значительной части степной и даже лесостепной подзон к усилению ветровой эрозии почв и к резкому увеличению пыльных бурь, при которых в воздух поднимаются миллионы тонн частичек грунта и почвы. К таким же последствиям привело переосушение заболоченных участков в Белоруссии, где во второй половине нашего века также появились песчаные бури. Считается, что 98% лесных пожаров обязаны своим происхождением человеку. В результате лесного пожара воздух наполняется твердыми частичками сажи.

2) Загрязнение углеводородами. Существенный вклад в этот вид загрязнения вносят предприятия нефтехимической промышленности, переработка и добыча нефти и газа, транспорт, использующий соот-

ветствующие виды энергосодержащих органических полезных ископаемых (нефть, газ, горючие сланцы и т.п.), особенно опасным при этом являются загрязнения веществами, которые являются канцерогенами, например бенз-альфа-пиреном.

3) Оксиды серы. Серная кислота и соединения серы используются при производстве различных химических веществ, в химической промышленности, в металлургии, даже в пищевой промышленности, а также при производстве синтетических тканей. Кроме того, сжигание каменного угля, помимо многих других веществ, увеличивает серное загрязнение атмосферы, т.к. очень многие виды углей содержат большее или меньшее количество серы. Как и предшествующие, проблема носит глобальный характер. Значительная часть кислотных дождей является результатом соединения оксида серы с капельками воды. В результате наносится серьезный ущерб лесным и водным экосистемам.

4) Оксиды азота. Образуются примерно при таких же условиях, что и оксиды серы, а также при производстве красителей, лаков, порохов и других взрывающих веществ, а также в ходе производства самой азотной кислоты, химических удобрений и т.п. Соединение оксидов азота с водой также может приводить к закислению почв, вод и т.п.

5) Окись и двуокись углерода. Образуются в ходе любых процессов, связанных со сжиганием углеродсодержащих веществ или их переработкой. В последние годы это загрязнение воздуха увеличивается по мере увеличения автомобильного парка в городах и других населенных пунктах.

Среди многих других веществ особые опасения вызывает увеличение в атмосфере количества хлорфторметанов и некоторых других веществ. Так, вещества группы фреонов, по мнению многих специалистов, разрушают молекулы озона в верхних слоях атмосферы. Размывание озонового слоя, его утоньшение ознаменовалось появлением т.н. озоновых дыр в этом защитном (для всего живого) слое атмосферы. Озабоченность многих государств легко понять, если вспомнить, что уже в 1995 г. истонченный слой озона (озоновая дыра) захватил значительные пространства Северного полушария, включая большую часть Сибири и даже Среднего Урала. Международную конвенцию, которая обязывает заменить фреонсодержащие вещества в различных распылителях (баллончиках), холодильниках и т.п., подписало большинство промышленно развитых государств мира, включая Россию.

Многочисленные химические вещества, не входящие в вышеперечисленные группы, попадающие в атмосферу, как правило, приводят к загрязнению более ограниченных территорий, которое, таким образом, носит обычно локальный, реже региональный характер.

Следует иметь в виду, что химическое загрязнение атмосферы может реализовываться двумя путями: а) постоянное более или менее существенное загрязнение, возникающее в ходе производственной или бытовой деятельности людей; б) катастрофическое разовое загрязнение, которое может возникать при различного рода авариях и т.п. Примером второго типа загрязнений могут служить катастрофы типа Чернобыля, взрыва на химическом комбинате в Бхилаи (Индия) и т.п. Ущерб здоровью людей, их имуществу и хозяйству в обоих случаях может иногда быть весьма ощутим.

Поступая в атмосферу, разнообразные химические вещества вступают в многочисленные химические реакции. При этом могут возникать новые соединения, иногда очень опасные для человека. Особенно серьезные последствия возникают в том случае, если в приземном слое воздуха какое-то время отсутствует ветер, а температурный режим характеризуется инверсией (повышением температуры по мере подъема вверх). В таких случаях могут возникать смоги (от английских слов *смоук* и *фог* – курить и туман). Смог характеризуется особенно интенсивно идущими процессами фотохимических реакций, повышением концентрации химических веществ, что крайне негативно сказывается на здоровье людей. Так, знаменитый лондонский смог 1952 г. за четыре дня унес четыре тысячи жизней, в результате обострения заболевания системы дыхания и увеличения числа поражений других систем организма людей.

Влияние загрязнений на экосистемы

Влияние химических загрязнителей воздуха на экосистемы (как и любых веществ, поступающих в экосистему через воду, почву) зависит от их свойств, а также количества. Немалую роль играет и характер поступления этих веществ.

Если вещества попадают в экосистему в умеренном количестве и при этом относятся к группе необходимых для существования биологических организмов, т.е. содержат биологически ценные соединения углерода, азота, калия, фосфора, серы, то экосистема может положительно реагировать на них. Особенно благотворны умеренные поступления быстро разрушающихся веществ. В случае поступления токсичных (ядовитых) для организмов веществ, их даже самые небольшие дозы приводят к нарушению баланса между разными видами, т.е. система сразу же подвергается угнетению (стрессу).

Увеличение поступления химических веществ в экосистему резко ухудшает ее стрессовое состояние и в дальнейшем может привести к ее разрушению.

Об угнетенности экосистемы можно судить по увеличению амплитуды колебаний численности живых организмов (особенно животных), что приводит к увеличению случаев массовых катастрофических вспышек обилия различных видов. При всей открытости экосистемы количество доступного органического вещества в ней более или менее одинаково. Массовое размножение животных приводит к гибели или подавлению численности других. Так, вспышки численности соснового шелкопряда в лесах Сибири приводят к тому, что на огромных пространствах, ранее занимаемых сосняками, образуются шелкопрядники, т.е. площади, на которых стоят мертвые стволы деревьев, хвоя которых полностью съедена прожорливыми гусеницами. Полчища саранчи попросту съедают травянистую растительность, уничтожая соответствующие экосистемы на больших площадях. Если речь идет об агроэкосистемах, то в истории описаны многочисленные случаи уничтожения посевов культурных растений на огромных пространствах, которые могут возникать и в случае перенасыщения экосистем полезными химическими удобрениями.

С примерами полного уничтожения экосистем люди столкнулись в ходе испытаний дефолиантов (веществ, заставляющих растения сбрасывать листья). Такие испытания проводились в порядке эксперимента в нашей стране, а в широком масштабе химические вещества типа «оранж», примененные американцами во время войны во Вьетнаме, уничтожали все растения, которые оказывались в зоне поражения.

Следует напомнить, что чем больше время воздействия, чем больше площадь воздействия и чем больше число компонентов экосистемы, подвергающихся воздействию, тем больше шансов вызвать ее катастрофическое изменение или разрушение.

Ю. Одум иллюстрирует характер воздействия на экосистему стойких токсичных и нестойких органических соединений, анализируя количество энергии, затрачиваемое на различные процессы, идущие в экосистеме (см. рис.6.1).

Проблема трансграничного переноса загрязняющих веществ

Воздушные массы перемещаются над поверхностью планеты, естественно, независимо от наличия государственных границ. Захватывая огромное количество различных загрязняющих веществ, воздушные потоки перемещают их далеко от тех мест, в которых они падают в атмосферу.

Так, если развитые страны Европейского сообщества и Северной Америки ежегодно выбрасывают в атмосферу более 100 млн т только сернистого газа, то значительное количество этих соединений переносится на территорию других стран, например, в Скандинавию из стран

Западной Европы, в Канаду из США и обратно. Это и есть так называемый трансграничный перенос, который, разумеется, включает все многообразие различных загрязнителей. Если речь идет о сернистом газе, то подсчитано, что на территорию России ежегодно поступает около 5 млн т, в обратном направлении (на запад) примерно в пять–десять раз меньше.

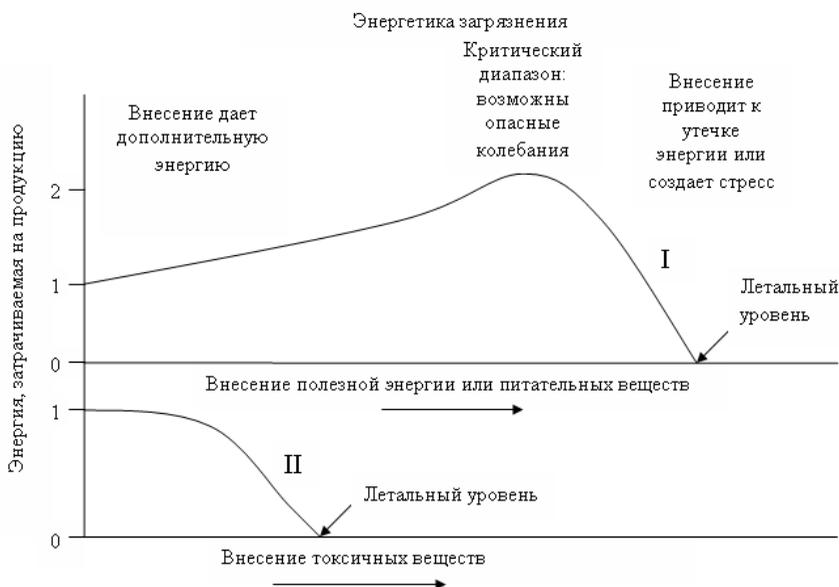


Рис. 6.1. Влияние на экосистему загрязнений двух типов – нестойких органических и стойких токсичных

Необходимость принятия мер по ограничению трансграничного переноса была подтверждена еще в 1979 г. на Общевропейском совещании по охране окружающей среды полномочными представителями 32 государств Европы, США и Канады. На совещании была подписана « Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния ». Конвенция вступила в силу в 1983 г. Она определила следующие основные обязательства подписавших ее государств.

1. Каждая страна берет на себя обязательство разрабатывать наилучший комплекс мероприятий по борьбе с выбросами загрязняющих воздух веществ, причем эти мероприятия должны быть совместимы со сбалансированным развитием экономики и опираться на использование наилучшей имеющейся и экономически приемлемой техноло-

гии. Страны должны обмениваться информацией и совместно рассматривать политику и стратегию в области борьбы с выбросами загрязняющих веществ, особенно в области ограничения и предупреждения трансграничного атмосферного загрязнения.

2. Страны будут осуществлять и развивать « Совместную программу наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния в Европе » (ЕМЕП) – программу мониторинга. Конвенция признала необходимым создание метеорологических синтезирующих центров (восточного и западного) для реализации совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ. Такие центры были созданы в Москве и Осло.

Возможен целый ряд мер организационного и технического характера по борьбе с переносом загрязнений на дальние расстояния.

Первое звено в цепи таких мер – организация мониторинга дальнего распространения загрязняющих веществ, анализ изменения состояния экосистем (и биосферы), вызванного такими загрязнениями, доведение до общественности результатов наблюдений и анализа.

Второе звено – нормирование (введение норм и стандартов), направленное на ограничение выбросов загрязняющих веществ, а следовательно, и последующего загрязнения. При нормировании важно учитывать:

- ♦ различные цепочки превращения, перехода и многообразные экологические эффекты;

- ♦ массовый, непрерывный выброс загрязняющих веществ.

Основные инженерно-технические мероприятия должны быть направлены на непосредственное уменьшение выбросов вредных веществ (а не на их рассеяние). Следует уделять больше внимания системам, улавливающим газообразные и пылевые выбросы, а не строительству высоких труб, которые рассеивают загрязнители на территории, пропорциональные их высоте.

Для решения проблемы кислотных дождей (как правило, являющихся следствием трансграничного переноса) исключительное значение имеет международное сотрудничество, широкое и энергичное участие в ее решении различных стран и международных организаций.

На Международной конференции в Мюнхене (июнь 2004г.) по установлению причин нанесения ущерба лесам и водоемам в результате загрязнения воздуха в Европе и его предотвращению обсуждались конкретные пути уменьшения выбросов двуокиси серы, окислов азота в различных странах, пути борьбы с выбросами свинца в воздух при работе транспорта. Делегациями 18 стран (в том числе делегацией

нашей страны) было высказано намерение в течение 10 лет сократить выбросы окислов серы или их трансграничных потоков на 30%.

Последствия загрязнений атмосферы

Глобальное влияние загрязнителей атмосферы

Прежде всего, следует знать, что увеличение содержания углекислого газа в воздухе может создавать так называемый парниковый эффект. Если в нижних слоях атмосферы увеличивается содержание CO_2 , то это имеет двойное следствие: во-первых, происходит увеличение поглощения количества солнечной радиации, во-вторых, такие слои задерживают длинноволновую часть радиации, которая таким образом также увеличивает подогрев атмосферы или, по крайней мере, ее нижних слоев. Расчетами установлено, что увеличение количества углекислого газа уже в настоящее время должно было бы повысить глобальную температуру воздуха у поверхности Земли на 0,3—0,4 градуса Цельсия. Повышение температуры даже на полградуса, которое прогнозируется на первое десятилетие XXI в., может вызвать довольно существенные изменения современных экосистем. Дальнейшее изменение отражающей способности приземного слоя (альбедо) может привести к повышению температуры воздуха планеты на 2 градуса Цельсия. Это приведет к таянию полярных льдов, подъему уровня океанов, катастрофическому затоплению громадных территорий, а также к исчезновению многих видов растений и животных. Прогноз изменения температуры воздуха иллюстрирует рис. 6.2.

Естественно, что изменения климата на планете вызывают существенные изменения режима выпадения осадков, что может проявляться уже сейчас.

Изменение количества кислорода в атмосфере, хотя и не кажется существенным, тем не менее весьма ощутимо для экосистем и входящих в них сообществ.

В настоящее время расход кислорода на сжигание различных видов топлива превышает его поступление в атмосферу. В прошлом основное количество кислорода в атмосфере давали регионы, расположенные в Северном полушарии, сейчас эти территории становятся главными потребителями. Так, только в США в 80-е гг. нашего столетия на сжигание минерального топлива расходовалось в два раза больше кислорода, чем производил весь растительный мир этой страны.

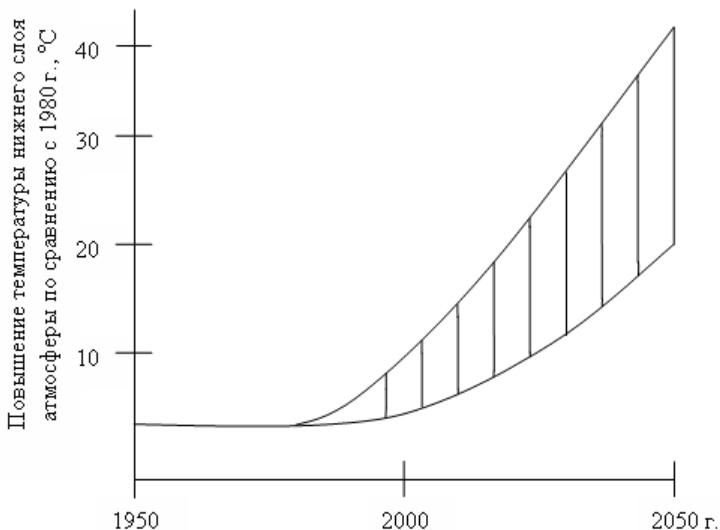


Рис. 6.2. Прогноз повышения температуры атмосферного воздуха

Если ежегодное увеличение количества сжигаемого минерального топлива будет увеличиваться на 5% в год, то критическое для людей содержание кислорода в атмосфере наступит через 125—130 лет. Правда, сжигание всех известных запасов горючих полезных ископаемых может обеспечить изъятие только 1/10 части такого снижения.

Выше уже упоминалось, что загрязнение атмосферного воздуха хлорфторметанами (фреонами и другими родственными им газами) приводит к деградации озонового «экрана» Земли, защищающего все живое от ультрафиолетового облучения. Если поступление фреонов в атмосферу не будет сокращено в течение ближайшего десятка лет, то концентрация озона в верхних слоях атмосферы уменьшится на 10%, а это окажет вредное воздействие на все живое.

Из прочих загрязняющих веществ следует упомянуть загрязнение воздуха твердыми частицами. Промышленные выбросы сажи, дыма и пыли увеличивают плотность атмосферы, способствуют развитию облачного покрова планеты. С 40-х гг. нашего столетия наблюдается снижение прямой солнечной радиации. Это может в конечном итоге привести к снижению температуры воздуха, т.е. к эффекту, обратному «парниковому». Выпадение пыли на поверхность горных ледников и снежников увеличивает скорость их таяния.

Легко видеть, что загрязнение атмосферы провоцирует развитие ряда противоположно направленных процессов, что делает их последствия труднопрогнозируемыми. Ясно одно: оно может коренным образом изменить условия жизни на Земле.

К глобальным последствиям можно отнести и гипотезы, которые связаны с прогнозированием « ядерной зимы » в результате атомных взрывов либо в военных целях, либо вследствие аварий на атомных станциях.

Массированное применение ядерных бомб может привести к подъему в атмосферу огромного количества пыли, грунтов. Это резко повысит альbedo высоких слоев атмосферы, в результате существенно снизятся прозрачность воздуха и его температура. Вследствие этого наступит антропогенный « ледниковый » период. Таким образом, на планете может наступить полярная ночь, которая продлится многие десятилетия или даже столетия. Вряд ли современные растения, животные, да и сами люди перенесут такую « зимовку ».

Локальные загрязнения воздуха

Крайне неблагоприятные условия для жизни природы, да и для жизни людей, уже сейчас возникают во многих местностях. Так, во многих городах нашей страны постоянно загрязнен воздух, при этом качественный состав загрязнителей и их количество зависят от характера производства (профиля промышленных предприятий), а также от планировки застройки. В период индустриализации нашей страны (30-е гг. XX в.) часто практиковалось начало строительства с создания жилой зоны, которая затем окружалась по периметру самыми разными предприятиями. Город Березники, который расположен в Пермской области (его часто называют Химградом или Центром республики химии), застраивался именно по этой схеме. В результате жилые кварталы города окружены кольцом заводов, поэтому с какой бы стороны не дул ветер, жители всегда испытывают воздействие тех или иных « букетов » загрязняющих веществ. Неслучайно многие десятилетия г. Березники входил в число самых загрязненных городов России. Если город расположен в низине, то ветры не выдувают выбросы промышленных предприятий, в результате жители таких городов значительную часть года живут « на дне » грязного воздушного океана (Черемхово в Иркутской области, Чусовой в Пермской области и многие другие). В таких местах часты смоги со всеми их неблагоприятными последствиями. Загрязненность многих населенных пунктов приводит иногда к гибели деревьев. При этом первыми погибают хвойные деревья, которые могут выдержать гораздо меньшие концентрации вредных примесей в атмосфере, чем люди. Поскольку в отличие от хвой-

ных деревьев (сосна, ель и т.п.) лиственные деревья меняют листву ежегодно, а не раз в 4 года (смена игл), то береза, липа и т.п. выдерживают вредные воздействия дольше, но при сильном загрязнении воздуха и они погибают.

Повышение температуры на 1 – 2 градуса Цельсия, а то и более, специфично для кварталов плотной городской застройки (по сравнению с окружающими город природными экосистемами). Высокие городские здания снижают скорость и силу ветра. Таким образом, можно говорить о локальных изменениях микроклиматических условий. Следует упомянуть, что в зависимости от характера загрязнения в конкретном населенном пункте его влияние на относительно неизменные природные экосистемы может достигать многих десятков километров, обогащая их отнюдь не полезными примесями.

Меры по защите воздуха от загрязнения

Прежде всего, следует указать, что проблема охраны атмосферы от загрязнений может быть решена только с помощью комплекса мер технического, технологического, градостроительного и организационного характера. Технические меры предусматривают улавливание загрязняющих веществ или, проще говоря, очистку газообразных выбросов от вредных примесей. Можно, правда, решить локальную проблему, увеличив высоту труб предприятий, для того чтобы загрязняющие вещества рассеивались на большей площади. Однако легко понять, что этот путь в целом не уменьшает общее количество загрязнителей, поступающих в атмосферу.

Технологические решения подразумевают разработку таких способов получения продукции, которые дают минимальное количество выбросов в атмосферу. При градостроительных способах решения проблемы важно расположение улиц по направлению господствующих ветров. Ветер, дующий вдоль широкого и прямого проспекта, может выносить из города выбросы автомобилей и промышленных предприятий. Существенным фактором снижения загрязненности воздуха является наличие зеленых насаждений, которые не только «чистят» воздух от химических примесей, но и существенно снижают шумы. Благоприятное воздействие на чистоту воздуха оказывают ликвидация многочисленных мелких котельных, создание централизованных систем теплоснабжения, перевод тепловых станций на более высококалорийное топливо (особенно на газ). Неслучайно все предприятия должны иметь санитарно-защитные зоны, в которых не следует размещать жилые постройки, сады и огороды. В зависимости от уровня загрязнения окружающей среды в нашей стране с 1935 г. все предприятия разделены на пять классов. Предприятия каждого класса должны

иметь соответствующую зеленую охранную зону радиусом от 50 до 3000 м.

7. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ И ПОЧВЫ

Поверхность воды на земном шаре занимает 361 млн км², что составляет 70,8% всей площади планеты. Таким образом, на долю суши приходится только 29,2%. Весь объем планетных вод достигает приблизительно 3795 млн км³. Велик и речной сток, который составляет 37 тыс. км³ в год, в РФ он равен 2,5 тыс. км³.

В жизни человека вода имеет три основных значения:

а) вода – ландшафтный фактор, неслучайно говорят, что вода – это «кровь ландшафта»;

б) вода – среда органической жизни;

в) вода – потребляемый ресурс (для промышленности, сельского хозяйства, транспорта и т.д.).

Первая функция воды связана с ее ролью в изменении структуры природных систем: изменение рельефа, эрозионные процессы, перемещение веществ, их транспортировка на большие или малые расстояния.

Вторая функция связана с тем, что все живые организмы на 75–90% состоят из воды. Для всех живых существ вода – необходимое условие существования.

Третья функция – использование воды в хозяйственных целях – требует все больших ее количеств. Так, в 30–50-е гг. потребление воды на территории бывшего СССР увеличилось в 4 раза, в последующие годы оно продолжало увеличиваться. Считается, что ежегодное потребление воды в мире ежегодно растет на 0,5–2%, при этом к 2000 г. общий водозабор может достичь 12–24 тыс. км³. В странах СНГ расходуются 8% мирового потребления. Предполагается, что к началу следующего столетия общее потребление воды на этой территории достигнет 550 тыс. км³.

Существенным обстоятельством, ограничивающим возможности использования воды, является соленость ее значительной части. В качестве питьевой воды, а также для хозяйственных целей реально используются только воды рек и пресных озер, которые составляют лишь малую долю ее запасов на планете (табл.7.1). Анализируя табл. 7.1, легко видеть, что для питья, хозяйственных и бытовых нужд человечество реально может использовать 0,0091% запасов воды (т.е. реки

и озера). Правда, следует иметь в виду, что в сельском хозяйстве наряду с этими водами расходуется влага почвенного покрова.

Таблица 7.1

**Запасы воды в различных частях гидросферы
(по данным А. А. Молчанова, 1973)**

Части гидросферы	Объем воды, тыс. км ³	В % к общему объему
Общие запасы воды на континенте Из них:	8300	0,635
Пресные озера	123	0,009
Соленые озера и внутренние моря	100	0,008
Реки	1,23	0,0001
Вода в почве и подпочве	65	0,005
Подземные воды до глубины 800 м	4000	0,31
Подземные воды более значительных глубин	4000	0,31
Ледники и ледяные покровы	28500	2,15
Вода в атмосфере	12,7	0,001
Океаны	1300000	97,2
Вся гидросфера	1345101,93	100

Реальное количество воды, доступное людям, еще меньше в результате ее порчи загрязнением.

Загрязнение воды

Наиболее существенны, на наш взгляд, механическое, химическое и биологическое загрязнения воды. Под механическим загрязнением понимают содержание в воде твердых нерастворимых частиц, которые попадают в водоемы в результате механического смыва или размыва

почв и т.п. Резко возрастает мутность воды, делается невозможным ее использование в промышленности, быстро выходят из строя фильтры на водозаборах. К этому же виду загрязнения можно отнести выбросы в воду использованных человеком продуктов потребления. Так, в 80-х гг. американские ученые подсчитали, что только в районе Гавайских островов в океан плавает 35 млн пластиковых и 70 млн. стеклянных бутылок.

Химическое загрязнение воды имеет несколько различных источников. Прежде всего, химические вещества поступают в водоемы: 1) со сбросами промышленных предприятий, 2) с коммунальными сточными водами, 3) с отходами производства при разработке рудных и нерудных ископаемых, 4) с отходами древесины при заготовке, обработке и сплаве лесных материалов (кора, опилки, щепа, топляки и т.д.), 5) с водами шахтных рудников, нефтепромыслов, 6) со сбросами водного и железнодорожного транспорта, 7) с отходами первичной обработки льна и т.п.

Среди этих загрязнителей наибольшее значение имеют воды промышленного производства и коммунальные сбросы крупных городов. Они обладают самым сложным и « богатым » составом и особенно вредно влияют на обитателей водной среды. Сильнее всего загрязняют поверхностные воды целлюлозно-бумажные фабрики, химические предприятия, нефтеперерабатывающие заводы, текстильные фабрики, горнодобывающие предприятия, металлургические заводы и т.п., а также сельское хозяйство. Наиболее важными загрязнителями в наше время являются фенолы, нефть, металлы, пестициды. Кроме неорганических химических веществ, существенную роль играют и органические, на долю которых иногда приходится более 60% всех примесей. Помимо уже упоминавшихся нефтяных продуктов, органическое загрязнение формируется за счет фекальных сбросов, смыва с территорий, окружающих животноводческие комплексы, большого количества экскрементов животных. Сбросы предприятий, перерабатывающих мясопродукты, дрожжи и т.п., также увеличивают загрязнение.

Химические загрязнения воды в масштабах планеты исчисляются показателями, составляющими многие миллиарды тонн различных веществ. Считается, что водным транспортом на планете перевозится свыше 500 млн т нефтепродуктов. В воду попадает 1% этого количества, следовательно, более 5 млн т только нефтепродуктов (некоторые экологи считают, что в Мировой океан поступает 10 млн т). Реально же (с учетом аварийных ситуаций, катастроф танкеров) эта величина должна быть увеличена, по крайней мере, в 2-3 раза. Так, общее количество всех загрязняющих веществ, попадающих в бассейн р. Кама,

только в пределах Пермской области достигает 500 млн т в год, при этом неочищенные сточные воды составляют почти 200 млн т. Не приходится удивляться тому, что в черте г. Перми в 1996 г. неоднократно превышались ПДК некоторых веществ (табл. 7.2).

Аналогичны цифры и по другим регионам. Так, ежегодный сброс различных загрязненных вод в г. Ростов-на-Дону составляет примерно 180 млн т. Вероятно, можно считать, что от 50 до 75% объема добываемых природных ресурсов в случае, если добыча связана с транспортировкой или использованием воды (древесина, растворимые калийные соли и т.п.), в конечном итоге попадает в водоемы, загрязняя их.

Таблица 7.2

Качество воды р. Камы в г. Перми в 1996 г.

Основные загрязняющие вещества	Среднегодовая концентрация		Максимальное годовое превышение ПДК, раз
	мг/л	Превышение ПДК, раз	
Фенол	0,001	1	5
Нефтепродукты	0,13	2,6	15,2
Медь	0,006	3	13
Азот аммония	0,24	0,6	1,3

Примечание. Пробы брались в 0,5 км ниже плотины КамГЭС.

О масштабах потребления воды (и ее загрязнения) в промышленном производстве говорят следующие цифры:

Для производства

.....1 т бумаги требуется 36 т воды...

.....азотной кислоты.....300.....

.....вискозного шелка...1200-3500.....

Даже выплавка металла требует для производства одной тонны нескольких сотен тонн воды.

После подписания в 1963 г. Московского договора о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой прекратилось массовое радиоактивное загрязнение Мирового океана. К сожалению, не присоединилась к этому договору Франция, производящая иногда ядерные испытания. Определенную опасность представляют другие источники этого загрязнения: отходы атомных подводных лодок и других судов, заводы для очистки урановой руды, атомные электростанции, реакторы и т.п. Если учесть, что некоторые радиоактивные изотопы «живут» сотни лет, не следует недооценивать опасность загрязнения ими.

Биологическое загрязнение

Под этим видом загрязнений подразумевается увеличение числа в объеме воды вредных (с точки зрения человека) организмов. Это могут быть, например, бурые водоросли, развитие которых может резко ухудшить качество воды, снизив в ней количество кислорода и придав резкий гнилостный запах. Часто под биологическим загрязнением понимают существенное увеличение в воде патогенных организмов, вызывающих те или иные заболевания человека. Так, в водоемах крупных городов резко увеличивается число возбудителей гепатита, кишечных палочек и т.д. При этом число микроскопических бактерий, одноклеточных, грибов может достигать нескольких десятков ПДК тел на 1 л.

Физические загрязнения

Обычно в этом случае говорят о тепловом загрязнении. Теплые воды ГРЭС, иногда повышающие естественную температуру в водоемах, способствуют резкому снижению количества кислорода. В результате вода становится « мертвой »: в ней не могут жить гидробионты, и участок водоема (или он весь) лишается живых организмов. Менее изучены влияния других физических факторов, например, электромагнитного воздействия, однако, любое существенное отклонение от естественного фона в конечном итоге негативно сказывается на жизни водных экосистем и входящих в них организмов.

Удачной попыткой суммировать различные антропогенные загрязнения воды является таблица, составленная А. Т. Никитиным, С. А. Степановым и др. (1997).

Следует иметь в виду, что помимо антропогенных загрязнений, на качестве и составе воды сказываются и естественные процессы: современная вулканическая деятельность и флюидная активность Земли (глобальный характер, преобладающая доля в общем загрязнении), физико-химическое взаимодействие с горными породами (глобальный, незначительная) и биологическая активность организмов (региональный и локальный масштабы воздействия при незначительной доле загрязнения вод планеты).

При оценке качества воды, помимо обычных ПДК, так называемых гигиенических, используются и более жесткие рыбохозяйственные ПДК. Рыбохозяйственные ПДК – это такие концентрации вредных веществ, до достижения которых водоем остается практически чистым: 1) в нем не зарегистрированы случаи гибели рыб и кормовых организмов для рыб; 2) не наблюдается постепенного исчезновения тех или иных видов рыб, для жизни которых водоем был ранее пригодным, не заменяются ценные для рыб в кормовом отношении организмы на малоценные или не имеющие кормового значения; 3) не

происходит порчи товарных качеств обитающей в водоеме рыбы; 4) в водоеме не отмечаются условия, способные в определенные сезоны или в обозримом будущем привести к гибели рыб, замене ценных видов на малоценные или к потере рыбохозяйственной ценности как всего водоема, так и его части.

Таблица 7.3

Антропогенные процессы загрязнения воды

Процесс	Главные загрязнители	Особенности функционирования	Масштаб воздействия и доля в общем загрязнении
Сток с промышленно-урбанизированных территорий	Нефтепродукты, фенол, СПАВ, органические соединения серы, азота, хлора и радиоактивные элементы в водорастворенном состоянии и в виде взвесей; вирусы, микробы и др. болезнетворные организмы; тепловое воздействие		
Сток с сельскохозяйственных территорий	Пестициды, ядохимикаты, соединения азота и фосфора, СПАВ, нефтепродукты; тяжелые металлы и радиоактивные элементы в виде взвесей и растворов, болезнетворные организмы	Сравнительно равномерное действие	Региональный, значительная

Продолжение табл.7.3

Процесс	Главные загрязнители	Особенности функционирования	Масштаб воздействия и доля в общем загрязнении
Выпадение с атмосферными осадками продуктов антропогенной деятельности	Серная и азотная лоты; тяжелые металлы и радиоактивные элементы; пестициды, твердые взвешенные частицы, болезнетворные грибки, бактерии и вирусы	Сравнительно равномерное действие с резким усилением при определенных метеоусловиях	Региональный и локальный, от незначительной до заметной
Выбросы и утечки из хранилищ токсичных и радиоактивных веществ	Тяжелые металлы и радиоактивные элементы, ядохимикаты, пестициды, хлор и его соединения, болезнетворные организмы	Залповые выбросы разной интенсивности	Региональный и локальный, от незначительной до заметной

Окончание табл. 7.3

Процесс	Главные загрязнители	Особенности функционирования	Масштаб воздействия и доля в общем загрязнении
Аварии нефтепроводов и нефтеналивных танкеров	Нефтепродукты	Залповые выбросы разной интенсивности	Региональный и локальный, от незначительной до заметной
Разведка и добыча полезных ископаемых	Тяжелые металлы и радиоактивные элементы в виде взвеси и газов; сульфаты и хлориды; углеводороды и нефтепродукты; соединения фосфора; взвешенные частицы	Сравнительно равномерное действие	Региональный и локальный, от незначительной до заметной

Сравнение некоторых показателей (критериев) качества воды в водоемах для хозяйственно-питьевого водоснабжения и рыбохозяйственного использования дается в табл. 7.4.

Поскольку многие химические вещества могут накапливаться в ходе трансформации по пищевым цепям экосистем, то легко понять, почему требования для рыбохозяйственных водоемов более жесткие.

Для разных целей люди используют воду, обладающую различными свойствами и качествами. Так, вода, забираемая для технических целей, отличается от воды, используемой для питья, при этом в некоторых производствах требуется даже более чистая вода, чем питьевая. В зависимости от характера производственных процессов и целей использования воды устанавливаются Государственные стандарты качества воды (ГОСТы), в ряде случаев устанавливаются ГОСТы и на качество сточных вод. Контроль за качеством вод на стационарных постах осуществляется органами Гидрометеослужбы. Чистота питьевых вод контролируется системой санитарно-эпидемиологических центров и станций. За состоянием рыбохозяйственных водоемов следят водные бассейновые инспекции и инспекции рыбнадзора.

Таблица 7.4

**Критерии качества воды по категориям
водопользования**

Показатели состава и свойств воды	В водных объектах для хозяйственно-питьевого водоснабжения	В водных объектах для рыбохозяйственного водопользования
Взвешенные вещества	Не должны превышать 0,25 мг/л	
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел и скопления других примесей	
Запахи, привкусы и окраска	Вода не должна приобретать запахи и привкусы интенсивностью более 2 баллов и сообщать посторонние запахи и привкусы мясу рыб. Окраска не должна обнаруживаться	Вода не должна приобретать посторонних запахов, привкусов и сообщать их мясу рыб. Вода не должна приобретать окраску

Продолжение табл.7.4

Показатели состава и свойств воды	В водных объектах для хозяйственно-питьевого водоснабжения	В водных объектах для рыбохозяйственного водопользования
Температура	Летняя температура воды не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	Температура воды не должна повышаться по сравнению с естественной температурой водоема более чем на 5 °С
Реакция	Кислотность воды не должна выходить за пределы pH 6,5–8,5	
Показатели состава и свойств воды	В водных объектах для хозяйственно-питьевого водоснабжения	В водных объектах для рыбохозяйственного водопользования
Минеральный состав	Количество сухого остатка не должно превышать 1000 мг/л	

Окончание табл.7.4

Показатели состава и свойств воды	В водных объектах для хозяйственно-питьевого водоснабжения	В водных объектах для рыбохозяйственного водопользования
Растворенный кислород	Содержание не должно быть менее 4мг/л в пробе в любой период года, отобранной до 12 ч дня	В зимний (подледный) период не менее 6мг/л; в летний – не ниже 6мг/л в пробе, отобранной до 12 ч дня
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, могущих оказать вредное влияние на здоровье населения	Не должны содержаться в концентрациях, могущих оказать вредное воздействие на рыб и водные организмы, служащие для рыб кормовой базой

Представления о рН (шкале кислотности) различных сред иллюстрирует табл. 7.5.

Таблица 7.5

Шкала кислотности (рН) – водородного показателя, свидетельствующего о концентрации ионов водорода в растворе и кислотности дождей

Шкала кислотности	Примеры
15	-
14	Сода
13	-
12	Нашатырный спирт
11	-
10	-
9	-
8	Пресная вода, морская вода
7	Молоко, тритон, кровь человека
6	Нормальный дождь, улитка
5	Планктон, бактерии
4	Томатный сок, рыбы, дожди в Европе
3	Яблоко
2	Лимон
1	Рекордно кислый дождь в Уиллинге, шт. Виргиния, США 1979г.
0	Кислота

Методы очистки сточных вод

Очистка сточных вод осуществляется механическим, химическим и биологическим методами.

Сущность механического метода заключается в удалении из сточных вод нерастворенных примесей. Самые крупные фракции размером более 5 мм задерживаются решетками, для более мелких (песчинок) используются песколовки, для сбора примесей, всплывающих на поверхности, – жироловки, масло- и нефтеловушки, смолоуловители и т.п. Самые мелкие частицы могут улавливаться фильтрами, качество работы которых зависит от диаметра отверстий в материале, служащем преградой для частиц. Если учесть, что, например, специальные фильтры способны задерживать даже частицы дыма в воздухе, не приходится удивляться, что из бытовых сточных вод удаётся с помощью

механической очистки извлечь до 60% нерастворенных примесей, а из производственных – до 95%.

Химический метод очистки основан на введении в грязную воду химических веществ (реагентов, коагулянтов), которые, вступая в химические реакции с загрязнителями, способствуют выпадению в осадок нерастворенных и частично растворенных веществ. Считается, что химический метод уменьшает количество нерастворенных загрязнителей на 95%, растворенных – до 25%. В качестве варианта химической очистки используется электролитический метод, обычно применяемый при небольших объемах сбросов. При пропуске электрического тока через сточную воду образующиеся ионы электролитов направляются к аноду и катоду, где разряжаются и образуют новые соединения как между собой, так и с материалом электрода. Этот метод осуществляется в специальных сооружениях – электролизерах.

Обычно на практике используется сочетание обоих методов: механического и химического. Однако в ряде случаев и после их применения вода остается грязной. В таких случаях сбросы подвергаются биологической очистке. Биологический метод основан на минерализации органических загрязнений сточных вод при помощи аэробных биохимических процессов. Биологическая очистка может осуществляться тремя основными путями: 1) на полях орошения или фильтрации; 2) в биологических прудах; 3) с помощью биофильтров или аэротенков.

На полях орошения обычно производится не только очистка сточных вод, но и выращивание кормовых трав. Поля фильтрации используются только для биологической очистки воды. На таких участках закладывается сеть каналов и канав, по которым разливаются сточные воды. Очистка происходит при фильтрации через почву, при этом предполагается, что слой почвы в 80 см обеспечивает достаточно высокую очистку.

Биологические пруды представляют собой неглубокие земляные резервуары (обычно от 0,5 до 1 м глубиной), в которых идут те же процессы, что и при самоочищении водоемов. Работают они, как правило, при температуре не менее 6 °С. Обычно их устраивают в виде 4-5 серий, расположенных на местности, имеющей уклон, что позволяет воде стекать в нижележащие пруды.

Более быстра и эффективна очистка сточных вод в биофильтрах или аэротенках. В них осуществляется фильтрация через слой крупнозернистого материала, поверхность зерен покрыта биологической пленкой, заселенной аэробными микроорганизмами. В аэротенках подвергающиеся аэрации сточные воды соприкасаются с активным илом, который состоит в основном из бактериальных клеток. Ил имеет

вид хлопьев бурого цвета. На поверхности хлопьев, между ними и внутри них обычно находятся разнообразные простейшие организмы, пищей которым служат загрязнения сточных вод. Микробное население активного ила разнообразно. Чаще всего при его « создании » используются псевдомонады, за ними следуют кокковые формы и бактерии.

При очистке сточных вод, даже биологической, в них могут оставаться бактерии, в т.ч. болезнетворные. Для их ликвидации используется хлорирование воды жидким хлором или хлорной известью. В последнее время все чаще для этих целей применяется озонирование (пропуск через воду молекул озона), которое также дает дезинфицирующий эффект. Кроме этих способов могут использоваться электролиз, ультразвук или ультрафиолетовые лучи.

Осадки, образующиеся после очистки воды, могут обрабатываться в т.н. гнилостных резервуарах (септиках), двухъярусных отстойниках и метантенках. Для обезвоживания осадок складируют на иловых площадках, где он подвергается естественной сушке. Возможно обезвоживание и искусственным путем – на вакуум-фильтрах, вакуум-прессах, центрифугах, а также термической сушкой.

Загрязнение и охрана почв

Почва – естественно-историческое тело, обладающее плодородием. Именно поэтому она играет важнейшую роль в обеспечении человека продуктами питания. Пашня дает практически все необходимые для людей растительные белки, при этом обеспечивает домашних животных фуражным зерном и другими кормовыми растениями. Невозможно представить себе развитие животноводства без использования обширных пространств сенокосов и пастбищ. В связи с этим проблемы охраны земли (почвенного покрова) весьма существенны для человечества. Следует обратить внимание и на то, что уже в наши дни около 800 млн людей в разных частях нашей планеты испытывают хронический голод, т.к. не получают необходимого физиологического, а иногда физического минимума продуктов питания. Плодородными свойствами почва обязана наличию в ней гумуса (перегноя). При этом гумусовый горизонт образуется очень медленно. Так, в умеренном поясе Земли в зависимости от режима температур и осадков в сочетании с характером растительности для образования 10 – 15-сантиметрового слоя перегноя требуется от 750 до 1000 лет и более.

В масштабах планеты наметились некоторые весьма тревожные симптомы. Прежде всего, это проблема опустынивания, особенно характерная для степной и в какой-то мере лесостепной полосы планеты. В силу естественных (циклические колебания) и антропогенных при-

чин, по-видимому, происходит расширение зоны пустыни в степные области. Повышение сухости климата не только резко снижает продуктивность природных экосистем, но и меняет виды трав на менее ценные в качестве кормов. Даже во Владимирской области РФ еще в 60-е гг. XX в. было отмечено проникновение все дальше к северу малосъедобных для травоядных коров и овец полыни, степных злаков (типчак, ковыль и т.п.). По мере опустынивания развиваются процессы засоления почвы, превращающие некогда плодородные участки в солонды, солонцы, а в перспективе и в солончаки.

Крупной проблемой, характеризующей общую ситуацию на Земле, является эрозия почв. Различают два типа эрозии почв: ветровую и водную. Ветровое развевание поверхности почвы характерно для южных открытых пространств нашей страны, где неумеренная или неправильная распашка приводит к разрежению растительного покрова. При этом ветры в состоянии поднимать в воздух и уносить на весьма большие расстояния не только плодородный слой почвы, но и подстилающие грунты. В отдельных случаях в поле зрения наблюдателей за час фиксировались громадные массы пылевых частиц, достигающие по массе нескольких десятков, а то и сотен тысяч тонн. Способен ветер развевать и засоленные грунты, как это происходит в районе Аральского моря, что еще больше увеличивает площади пустынных бесплодных участков Земли.

Если на ветровую эрозию приходится около 10% когда-то плодородных, а ныне уничтоженных земель, то лавиную долю или почти 90% такого уничтожения берет на себя водная эрозия. Она реализуется в двух формах: глубинная (или отступная, или овражная) эрозия и плоскостной смыв. В первом случае капли воды, сливаясь в ручейки, размывают себе дорогу, образуя последовательно бороздки, рытвины, овраги. Особенно способствуют этому процессу неправильная вспашка, уничтожение древесного покрова. В горных местностях в период дождей это может приводить к образованию мощных грязекаменных потоков, под которыми погибают не только посевы, но и целые населенные пункты. В других случаях возникают обезображенные участки поверхности, которые в английском языке получили название «бэдлендс» (дурные земли). Такие земли развиты в Черноземном центре России, на громадных пространствах бездумно распашанных прерий северо-американского континента. Даже в достаточно лесистой Пермской области территории, занятые оврагами, составляют около 340 тыс. га. Более медленное, но не менее ощутимое воздействие на плодородие земель оказывает другая форма водной эрозии – плоскостной смыв. При нем вода не собирается в струйки, а стекает по склонам

тонкой равномерной пленкой, захватывая с собой плодородные частички почвы. Плоскостному смыву подвержены все склоны, крутизна которых превышает 5° . Так, по данным Пермской сельскохозяйственной академии, в предгорной части Пермской области плодородный слой будет смыт со всех таких (и более крутых) склонов в ближайшие 50–60 лет. Результатом действия плоскостной эрозии являются малопродуктивные смытые почвы, перегной же сносится в водоемы, увеличивая их загрязнение.

Серьезной проблемой использования земель является их отвод под строительство, добычу полезных ископаемых, прокладку транспортных трасс и трубопроводов. Мировые масштабы выведения сельскохозяйственных земель из использования по прямому назначению составляют десятки миллионов гектаров в год. Подсчет потерь сельского хозяйства соответственно площади используемых земель на территории бывшего СССР уже в 60-е гг. XX в. достигал 1,5–4 млн га в год.

Существенные проблемы ставит перед человечеством и постоянный вынос с сельхозугодий органических веществ. Собирая урожай культурных растений, вывозя сено, люди извлекают из агроэкосистем большие количества полезных веществ. Прежде всего, это относится к т.н. органогенным элементам: калию, фосфору, азоту и т.п., которые содержатся в телах организмов. Возникает необходимость удобрения почвы этими веществами. Когда-то значительная часть веществ возвращалась на поля в виде органических удобрений (навоз крупного рогатого скота, помет птиц). К середине XX в. во многих частях земного шара стали использоваться искусственные химические удобрения (суперфосфат, аммофос и т.п.). Помимо этого оказалось удобным использовать ряд ядохимикатов для борьбы с вредителями сельского хозяйства. Это породило очередные проблемы – загрязнение земель ядохимикатами (прежде всего, пестицидами) и передозировка минеральными удобрениями. Оказалось, что помимо губительного действия передозировок ядохимикатами на сами агроэкосистемы, продукты питания, полученные на отравленных землях, ядохимикаты опасны и для людей. В отдельных регионах применение боевых отравляющих веществ оказало серьезное канцерогенное и мутагенное воздействие на людей (например, применение оранжа во Вьетнаме во время войны до сих пор сказывается на ныне живущих там людях). Неслучайно богатые люди в разных странах предпочитают использовать продукты, полученные на землях, где никогда не применялись химические удобрения (а тем более ядохимикаты), стоимость таких продуктов выше на 30–50%, а иногда и в два раза, чем обычных. В ряде стран даже введе-

ны особые знаки, показывающие, что мы имеем дело с экологически чистыми продуктами.

Кроме химических удобрений и ядохимикатов источниками загрязнения почв служат выбросы в атмосферу, а иногда и сбросы в воду веществ, являющихся отходами производства, образующихся при бытовом использовании предметов людьми, извергаемых транспортными средствами и т.д. В некоторых регионах, где нет поблизости ни промышленных предприятий, ни транспортных коммуникаций, земли загрязняются за счет переноса выбросов (иногда трансграничного) из достаточно далеких мест. Техника, используемая сельскими жителями, колоссальные скопления экскрементов животных вблизи крупных животноводческих комплексов также могут служить серьезными источниками загрязнения земли.

В связи с прогрессирующим возрастанием загрязнения земель разработаны представления о предельно допустимых концентрациях. Представление о некоторых из них дает табл. 7.6.

Кроме химического можно говорить о физическом и биологическом загрязнении почв. Если первое из них почти не изучено, то второе включает не только наличие в земле болезнетворных микроорганизмов, но и различные стадии более высокоорганизованных существ (например, яйца геогельминтов), личинок или куколок мух, которые не являются желательными для человека.

Показатели биологического загрязнения легли в основу комплексной санитарной оценки состояния почв, которые были утверждены еще в 1977г. Министерством здравоохранения СССР (табл. 7.7). Санитарное число (состояние) – частное от деления количества почвенного белкового азота (в мг на 100 г абсолютно сухой почвы) на количество органического азота в тех же единицах.

Таблица 7.6

Предельно допустимые концентрации некоторых химических веществ в почве

Вещество	ПДК, мг/кг
ГХЦГ (гексахлоран технический)	1
ДДТ	0,5
Карбарил	0,05
Хлорофос	0,5
Карбофос	2
Линдон	1

Окончание табл.7.6

Вещество	ПДК, мг/кг
Полихлоркамфен	0,5
Полихлорпинен	0,5
Прометрин	0,5
Хлоралит	0,05

При внесении в почву загрязнений увеличивается содержание органического азота, поэтому чем грязнее почва, тем меньше ее санитарное число.

Таблица 7.7

Комплексные гигиенические показатели санитарного состояния почвы

Почва	Число личинок и куколок мух в 0,25м ² почвы	Число яиц геогельминтов 1кг почвы	Титры	Титр анаэробов	Санитарное число
Чистая	0	0	1 и выше	0,1 и выше	0,98–1
Малозагрязненная	Единичные	До 10	1,0–0,01	0,1–0,001	0,85–0,98
Загрязненная	10–25	От 11 до 100	0,01–0,001	0,001–0,0001	0,7–0,8
Сильнозагрязненная	25	Более 100	0,001 и ниже	0,0001 и ниже	0,7 и ниже

Охрана вод и почв

Кроме различных способов очистки воды в последнее время все большее внимание уделяется технологиям, которые в ходе производственного цикла не допускают сбросов загрязненной воды, или безотходным технологическим процессам. Безотходные технологии развиваются в нескольких направлениях:

1) создание различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе существующих, внедряемых и перспективных способов очистки сточных вод;

2) разработка и внедрение систем переработки отходов производства и потребления тех из них, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы;

3) создание и внедрение принципиально новых процессов получения традиционных видов продукции, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, дающие основное количество отходов;

4) создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой потоков сырья и отходов.

Возможна и разработка маловодных или вообще безводных технологий. Так, по данным Г. И. Марцинкевич (1977), в Белоруссии потребление чистой воды предприятиями в 1971–1975 гг. уменьшилось в 3,5 раза.

Охрана земель помимо их рационального использования (запрет к отводу наиболее продуктивных участков) подразумевает и меры по приведению в порядок испорченных территорий, т.е. рекультивацию. Различают два вида рекультивации: техническую и биологическую. В первом случае выравнивается поверхность почвы, затем на нее наносится плодородный слой либо сохраненный в ходе работ, либо привезенный с тех участков, которые отданы под строительство, горные разработки и т.п. Биологическая рекультивация подразумевает восстановление растительного покрова и микробного населения почвенного слоя. При этом, если произошло загрязнение почвы, практикуется внесение в нее веществ, нейтрализующих действие загрязнителей. Таким образом, проводится химическая мелиорация (улучшение). Последняя возможна и для повышения продуктивности земель. Так, значительная часть кислых почв в лесной зоне требует известкования и т.п.

Правовые основы охраны и использования водных и земельных ресурсов содержат « Водный кодекс Российской Федерации », принятый Государственной Думой 18 октября 1995 г. и « Земельный кодекс РСФСР » (в ред. Закона РФ от 28.04.93 №4888-1; указов Президента РФ от 16.12.93 №2162, от 24.12.93 №2287.

8. ЭКОЗАЩИТНЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Определение терминов

Техника (от греч. искусство, мастерство, умение) – совокупность средств человеческой деятельности, создаваемых для процессов производства и обслуживания непроеизводственных потребностей общества.

Технология – совокупность приемов и способов получения, обработки или переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промышленности, в строительстве.

Таким образом, под техникой понимают конкретные приборы, машины, оборудование, а под технологией – характер производственного процесса, использующего эти конкретные технические приспособления.

Под экозащитной техникой понимают такие средства (машины, станки и т.п.), которые вообще в ходе их использования не наносят ущерба окружающей среде, т.е. не разрушают, не загрязняют и не трансформируют ее существенным образом. Экозащитные технологии – процессы, которые обеспечивают нормативное состояние окружающей среды или улучшают ее. С этой точки зрения лесопосадочная машина, электромобиль, очистное сооружение являются образцами экозащитной техники. Экозащитные технологии включают несколько вариантов организации производства, безопасного для здоровья людей и окружающей среды (экологически безопасных).

1. Технология « безотходная ». Слово « безотходная » помещено в кавычки, т.к. таковые практически и теоретически не могут быть созданы. Фактически речь идет о технологиях, дающих технически достигнутый минимальный объем твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов (т.е. технологиях малоотходных). Достижение полной безотходности нереально, т.к. противоречит второму началу термодинамики.

Под безотходной технологией понимают такую, которая дает теоретически достижимый минимум отходов всех видов. В глобальной совокупности всех процессов энергетическая эффективность технологий, видимо, не может быть выше достигнутой биосферой – около 1% от вовлекаемой (в случае биосферы – приходящей от Солнца) энергии. Для всех конкретных технологических процессов есть расчетный, теоретически достижимый максимум малоотходности, к сожалению пока не рассчитываемый. Практически безотходными являются технологии, при которых технологический процесс представляет особую цель, в

которой отходы одного производства становятся сырьем для другого (предполагается использование этого сырья без остатка). Правильнее называть такую технологию реутилизационной. Она может приблизить человечество к теоретическому минимуму глобальных антропогенных отходов, равному отходам в биосферных циклах. Однако и в этом случае технология не станет полностью безотходной.

2. Технология малоотходная – технология, позволяющая получать минимум твердых, жидких, газообразных и тепловых отходов и выбросов (синоним технологии безотходной).

3. Технология ресурсосберегающая – производство и реализация конечных продуктов с минимальным расходом вещества и энергии на всех этапах производственного цикла (от добывающих до сбывающих отраслей) и с наименьшим воздействием на человека и природные системы. При этом должны учитываться все расходы на промежуточные этапы производства на единицу производимой продукции или единицу ее эффективности. Обычно в понятие « ресурсосберегающая технология » включается требование минимизации используемых природных ресурсов и минимального нарушения природных (естественных) условий. Нижний предел такой минимизации зависит как от способов получения традиционной продукции, так и от возможностей перехода к выпуску новых изделий на основе миниатюризации и технологической дополнителности (например, использование одних и тех же радиоблоков для телевизора, радиоприемника и магнитофона в « радиокорбайне », уменьшение ресурсов на его изготовление при применении электронных схем и т.п.).

4. Технология экологическая (экотехнология, геотехнология) – технология, построенная по типу процессов, характерных для природы, иногда как прямое их продолжение. Например, контурное земледелие, почвосберегающие приемы обработки земель (безотвальная вспашка и т.п.).

5. Большую группу образуют технологии собственно защитные, которые обеспечивают либо сохранение природных систем, либо их компонентов, либо самих людей от неблагоприятных природных и антропогенных процессов, явлений и воздействий. В зависимости от того, на сохранение чего направлены такие технологии, их можно сгруппировать определенным образом. Так, если речь идет о способах сохранения почвенного плодородия и о мероприятиях, препятствующих развитию эрозионных процессов, можно говорить о почвозащитных технологиях. Как правило, такая защита предусматривает либо прямую защиту используемого природного ресурса или экосистемы, либо комплекс мер по восстановлению исходных, ценных для людей

качеств, либо повышение ценности (качественно и количественно) полезных свойств. К числу почвозащитных технологий можно отнести все виды противоэрозионных мероприятий (правильная агротехника, посадка на склонах соответствующих растений), все виды (свыше 20) мелиораций (обводнение, осушение, рассолонцевание почв, подсев ценных растений на лугах, известкование, гипсование и т.д. и т. п.), использование удобрений. Комплекс почвозащитных мер может быть весьма многообразным. По отношению к другим компонентам среды или природным комплексам можно говорить о лесозащитных, водозащитных, рыбозащитных и т.п. технологиях.

В любом случае, используя тот или иной ресурс, защитная технология включает:

- 1) применение наиболее экологически безопасной техники;
- 2) рационализацию пользования ресурсом (экономное расходование невозобновимых природных ресурсов, изъятие прироста для возобновимых).

В широком смысле слова рационализация подразумевает и правильное использование территории (оптимальное, вписывающееся в конкретные природные условия размещение различных производств, регулирование размещения человеческих ресурсов, оптимизацию транспортных сетей и т. д.

Правильное географическое размещение должно учитывать не только природные условия территорий (географическое положение, рельеф, геологическое строение, гидросеть, характер почвообразовательных процессов, тип растительности, состав животного мира), но и состояние природы (по степени ее нарушенности человеком). Н.Ф. Реймерс (1990) считает, что « состояние природы – качественное отличие ее от определяемого лишь естественными процессами состояния: **естественное** – неизменное непосредственной хозяйственной деятельностью человека (местная природа испытывает лишь слабые косвенные воздействия от глобальных антропогенных перемен); **равновесное** – скорость восстановительных процессов выше или равна темпу антропогенных нарушений; **кризисное** – скорость антропогенных нарушений превышает темп самовосстановления природы, но еще не происходит коренного изменения природных систем; **критическое** – обратимая замена прежде существовавших экологических систем под антропогенным давлением на менее продуктивные (частичное опустынивание); **катастрофическое** – труднообратимый процесс закрепления малопродуктивных экосистем (сильное опустынивание); **коллапса** – необратимая утеря биологической продуктивности » [46, с. 487].

Вышесказанное подразумевает необходимость тщательного планирования использования территории, которая должна, с одной стороны, обеспечивать сохранение экологического природного равновесия, с другой, – оптимальные условия для жизни и хозяйственной деятельности человека. Обобщенная схема такой « почти идеальной планировки » помещена на рисунке в книге Н.Ф. Реймерса [46, с. 429].

Несоблюдение тщательного соответствия размещения социальных и техногенных сооружений и объектов может усугубляться в ходе развития природных процессов или в результате антропогенной деятельности, которые иногда приводят к возникновению экологических катастроф. Различают природные и антропогенные экологические катастрофы. К числу первых могут быть отнесены грозные и опасные природные катаклизмы (цунами, вулканические извержения, ураганы и т.п.), а также природные аномалии (длительная засуха, массовый мор скота и т.п.). Нередко такие аномалии возникают в результате прямого или косвенного воздействия человека на природные процессы и ведут к крайне неблагоприятным экономическим последствиям и даже к массовой гибели населения определенного региона. В качестве примера можно упомянуть Сахельскую катастрофу начала 70-х гг. нашего века или опасность техногенных локальных землетрясений в Верхнекамье как результат совокупного воздействия Камского водохранилища и выемки больших объемов породы, содержащей калийные соли. Мощные лесные пожары осени 1998 г. на острове Сахалин, безусловно, могут считаться экологической катастрофой. Антропогенные катастрофы могут иметь в основе аварии технических устройств (атомная электростанция, танкер, перевозящий нефть и т.п.). Достаточно напомнить о ядерной катастрофе в Чернобыле. Такие аварии приводят к остронеприятным изменениям в среде и, как правило, массовой гибели живых организмов и экономическому ущербу. Одной из таких катастроф может стать « ядерная зима ».

« Зима ядерная » – модельно прогнозируемое резкое и длительное общеземное похолодание, могущее возникнуть в случае войны с применением термоядерного оружия. « Зима ядерная » привела бы к полной невозможности сохранения на Земле высших форм жизни, включая человека. Механизм возникновения « Зимы ядерной » – экранирование поверхности планеты от прихода солнечного излучения. По одному из модельных сценариев « З.Я. » последует после резкого глобального повышения температуры от горения лесов, торфяников, извлеченных и поверхностно залегающих горючих ископаемых и т.п., т.е. за « ядерным пеклом ». « З.Я. » – глобальная экологическая катастрофа, ведущая к самоуничтожению человека [46, с.181-182].

Таким образом, человек может подвергаться негативному воздействию природных и антропогенных процессов и явлений. Избежать больших экономических потерь и жертв в первом случае можно только в том случае, когда правильно оценивается возможность их наступления. Трудно представить себе разумного человека, строящего себе дом в зоне действия снежных лавин, в горах или на низкой пойме реки, где возможен ежегодный высокий паводок или весеннее половодье. Даже если явление может происходить крайне редко, необходим учет такой возможности, который не должен исключать возникновение катастрофических ситуаций. В противном случае люди, избравшие для жизни и хозяйственной деятельности потенциально опасные территории, могут заплатить огромную цену за свою недалекость. В 79 г.н.э. извержение вулкана Везувий сопровождалось грозой и ливнем, воды которого смешались с пеплом, образовали потоки грязи, поглотившие города Помпеи, Геркуланум и Стабию.

Чтобы избежать последствий неразумной антропогенной деятельности, также необходимо четко прогнозировать будущие негативные изменения природной среды. В начале 50-х гг. XX в. в Таджикистане был уничтожен город Хаит, насчитывающий несколько тысяч жителей. Люди, жившие в долине небольшой речки, вырубали древовидный можжевельник (арчу) на топливо. На склонах, где были вырублены заросли арчи, паслись овцы и козы. Тем самым громадные массы грунта не сдерживались растительным покровом, и после дождей оказалось достаточно слабого сейсмического сотрясения, чтобы со склонов сорвались громадные массы грунта, камней (грязекаменный поток – сель), который полностью засыпал город, похоронив под собою практически всех жителей. Таким образом, выбор места и прогнозирование возможных воздействий на него – первая задача при предотвращении катастрофы. Вторая задача – прогнозирование возможных результатов деятельности человека и проведение профилактических мероприятий (строительство противоселевых дамб в селеопасных районах, плотин в местах, где море, как в Голландии, находится выше ряда населенных пунктов и освоенных людьми территорий, разумные ограничения в распашке земель, чтобы избежать пыльных « черных » бурь, отказ от вырубки лесов на склонах и т.п.).

К числу профилактических мер отнесем и ограничение выбросов и сбросов вредных веществ, которое может достигаться внедрением различных видов экозащитной техники (очистные сооружения), созданием искусственных экосистем (различные защитные зоны по берегам рек, на склонах гор, вдоль транспортных трасс и т.п.), а также изменением применяемых технологий (переходом на безотходное как мало-

отходное производство, замкнутые водооборотные и газооборотные циклы и т.п., комплексную переработку природных ресурсов, экономное расходование сырья и т.п.). К такого же рода профилактике конкретных местностей можно отнести использование воздушных или водных масс для рассеивания или « разжижения » вредных отходов, имея в виду, что такие способы лишь на время и локально отодвигают решение основной задачи – уменьшение общего количества загрязнителей в биосфере.

Третья задача, решение которой может помочь человеку выйти из ситуации экологического кризиса, или критического состояния природной среды, – поиск альтернативных решений. Это может быть замена используемых ресурсов на экологически более чистые (или менее опасные). Так, во многих странах вместо строительства гигантских плотин и создания « рукотворных морей » или ядерных станций все чаще используют энергию ветра, приливно-отливных энергоэлектростанций, станций, использующих тепло земных глубин (особенно в районах с интенсивной вулканической деятельностью). Этой же цели могут служить небольшие гидроаккумулятивные электростанции, не требующие перегораживания рек. Даже замена каменного угля, используемого в качестве топлива на тепловых станциях на мазут или природный газ, заметно улучшает экологическую ситуацию. Внедрение электромобилей вместо современных автомобилей (дающих почти половину всех веществ загрязняющих атмосферу крупных городов) также весьма перспективно.

Очень важным является также четкое соблюдение всех правил эксплуатации техники и соблюдения технологических режимов. Природоохранные органы посчитали, что соблюдение техники безопасности труда и тщательный контроль за действующими технологиями даже в современных условиях снижает загрязненность среды на 20–30% в зависимости от характера производства. Не меньший эффект дает правильная транспортировка сырья, особенно в случае рыхлых сыпучих веществ.

Современный этап развития нашей цивилизации характеризуется широкомасштабным и разрушением, и загрязнением окружающей среды. Если человечество намерено выжить, то оно должно перестроить свои взаимоотношения с природой. Вероятно, основными этапами такого выживания могут стать следующие:

1. Сокращение выбросов доступными техническими средствами (очистные сооружения, « экологически чистые » виды транспорта, профилактика экологических катастроф техногенного характера);

2. Переход к так называемым « безотходным » и малоотходным технологиям, включающим рациональное использование всех ресурсов, замкнутые технологические циклы, комплексное использование (переработка сырья);

3. Включение в технологические процессы альтернативных видов сырья, в том числе альтернативных источников энергии, при разумном ограничении потребления;

4. Переход на экологические технологии, которые должны быть построены по типу процессов, характерных для природы, или как их прямое продолжение.

Контрольные вопросы (к главам 5, 6, 7, 8)

1. Источники загрязнения атмосферы.
2. Источники загрязнения воды.
3. Источники загрязнения почв.
4. Виды загрязнений.
5. Загрязняющие вещества, специфика их воздействий на экосистемы и отдельные компоненты природных комплексов.
6. ПДК, ПДВ, ПДУ и другие нормативные показатели загрязнений.
7. Специфика физического загрязнения среды.
8. Биологическое загрязнение среды и его последствия.
9. Технические методы защиты среды от загрязнений.
10. Технологии, щадящие окружающую среду.
11. Механическая и биологическая очистка сбросов и выбросов.
12. Малоотходные технологии. Комплексная переработка сырья.
13. Трансграничный перенос загрязняющих веществ.
14. Роль зеленых насаждений в защите воды и воздуха.

Список рекомендуемой литературы (к главам 5, 6, 7, 8)

Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития: учеб. пособие. М.: Изд-во. Рос. экол. акад., 1994. 312 с.

Гаев А.Я. Охрана окружающей среды, или введение в геоэкологию: учеб. пособие для студентов естественных и технических специальностей. Пермь, 2001. 244 с.

Горшков С.П. Концептуальные основы геоэкологии. Смоленск, 1998. 448 с.

Максимов В.Ф., Стадницкий Г.В. Введение в специальность. Л.: Изд-во «Химия», 1998. 168 с.

Михеев А.В., Галушин В.М., Gladkov H.A., Иноземцев А.А., Константинов В.М. Охрана природы: учебник для студентов биологических специальностей педагогических институтов. 3-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1987. 256 с.

Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. М.: Высшая школа, 1980. 424 с.

Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.

Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие. М.: Финансы и статистика, 1999.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637с.

Стурман В.И. Геоэкология и природопользование. Ижевск: Издат. дом «Удмуртский университет», 1999. 246 с.

9. СОСТОЯНИЕ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА

По определению Всемирной организации здравоохранения, « здоровье » (человека) – объективное состояние и субъективное чувство полного физического, психологического (психического) и социального комфорта. Такое состояние определяется, прежде всего, тремя группами причин: наследственные, состояние окружающей среды (включая и социальную среду) и образом жизни человека (понимаемом также в самом широком смысле). Если очень приблизительно оценить значимость этих трех групп факторов, то можно предполагать, что на каждую из них приходится около трети патологических (болезненных состояний), некоторые специалисты полагают, что экологическая обстановка определяет лишь 15–20% заболеваний человека. С этим трудно согласиться, если учесть, что различные химические вещества могут оказывать определенный мутагенный эффект, увеличивая число различных отклонений от нормы. Кроме того, понятие образ жизни в широком смысле слова включает использование пищи, предметов потребления, значительное количество которых не соответствует санитарным нормам. Так, анализ продуктов питания, сделанный гигиенистами, показал, что импортная продукция на 40–70% не соответствует нормам (отметим, что отечественные продукты – на 20–45%).

В действии любого фактора на человека и его здоровье просматривается несколько закономерностей. Во-первых, в зависимости от количества фактора можно выделить оптимум воздействия (даже яды в определенных концентрациях могут повысить жизнеспособность ор-

ганизма), при увеличении или уменьшении количества фактора организм попадает в пессимальную зону, в которой испытывает угнетение (дискомфорт), способный вызвать те или иные заболевания. Дальнейшее увеличение или уменьшение количества фактора выводит организм на летальную (смертельную) границу, в результате чего он и погибает. Факторы действуют на организм одновременно комплексно, однако, максимальное влияние оказывает тот из них, которого не хватает (закон минимума), или тот который находится в избытке (закон максимума, который имеет, впрочем, значительное большее число исключений, чем закон минимума). Так, недостаток фтора в продуктах питания и в окружающей среде приводит к тому, что более 95% детей в России заболевают кариесом, а в местах повышенной концентрации фтора развивается флюороз.

Среди почти 30000 известных заболеваний или патологических состояний, отклонений от нормы в физическом или психологическом отношении можно выделить, по крайней мере, три группы. Они различаются по основным причинам, их вызывающим. По-видимому, с таких позиций можно говорить о генетических (наследственных) заболеваниях, экзозависимых (зависящих от антропогенных изменений окружающей среды) и патологий, вызываемых природными условиями. Отметим, что, как и всякая классификация, наша носит достаточно условный характер.

Известно свыше 2500 генетических болезней (по некоторым данным, их описано уже более 3000), которые вызваны большими или меньшими сбоями в строении наследственных структур, или мутациями. Строго говоря, каждый человек является мутантом, так как изменения групп генов или хотя бы одного гена свойственны любому живому высокоорганизованному существу. В принципе эти мутации обеспечивают наши отличия от родителей или братьев и сестер. Более крупные перестройки могут привести к различным отклонениям в строении тела, или сказаться на психических особенностях. Самые крупные «поломки» организма приводят к тому, что человек становится объектом для изучения тератологами (тератология – наука об уродствах) или психиатров. Совершенно очевидно, что изменения, вносимые человечеством в окружающую среду (загрязнения, разрушение естественных экосистем или их трансформация), увеличивают число генетических заболеваний. Особенно велика роль химических, физических воздействий, хотя иногда биологические причины (заболевания, вызванные возбудителями) могут привести к мутагенным эффектам. Так, в наиболее загрязненных регионах число детей, рождающихся с серьезными отклонениями, иногда достигает 10%, а мел-

кие нарушения могут фиксироваться у 60–70%. Особенно серьезную озабоченность вызывает ситуация в зонах экологического бедствия, которых, по мнению известного эколога А.В. Яблокова, в России насчитывается уже не менее 33.

Экозависимые заболевания. Группа болезней, заболеваемость которыми имеет четкую прямую корреляцию с состоянием окружающей среды. Исследования последних лет позволили установить прямую зависимость между экологической ситуацией и числом людей, болеющих раком, страдающих многочисленными аллергиями, болезнями крови, органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, нервными и психическими расстройствами, некоторыми заболеваниями печени. Кроме того, на территориях, постоянно загрязненных выбросами и сбросами вредных веществ, может фиксироваться незначительное отставание детей в умственном или физическом развитии по сравнению с их сверстниками из более благополучных мест. Многие загрязнители обладают аккумулятивным эффектом (способны накапливаться в организмах), что в сочетании с резким снижением иммунных (защитных) способностей человека не только приводит к росту числа многих болезней, но и сокращает продолжительность жизни. Так, средняя продолжительность жизни мужчин в Пермской области (1998 г.) снизилась до 54 лет (женщин примерно до 66–68), в то время как в ряде развитых стран она переваливала за 70 и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению. Следует, правда, иметь в виду, что на показателях типа средней смертности, общей заболеваемости сказываются не только экологические, но и социальные причины (падение уровня жизни, стрессы, связанные с неуверенностью в будущем и т. п.).

Техногенные выбросы могут формировать своеобразные антропогенные очаги, которые характеризуются увеличением количества тех или иных веществ. Так, в зонах выбросов предприятий, работающих с фтористыми соединениями, увеличивается количество случаев флюороза (разрастание зубной ткани), на Алтае зафиксированы достаточно много случаев рождения «оранжевых» детей, предполагают, что причиной такого заболевания служит избыток в среде бериллия и т. п.

Болезни, определяемые природными причинами. Некоторые из них зависят от «неживых» факторов среды, другие связаны с наличием биологических агентов. К числу первых можно отнести геохимические эндемические заболевания, которые возникают при нехватке на определенной территории тех или иных химических веществ. Эндемичный, или эндемический, означает «имеющий ограниченное распространение». Так, птица киви встречается только на Новой Зеландии и является ее эндемиком. Особенно много внимания на террито-

рии СНГ уделялось изучению очагов эндемического зоба. Выяснилось, что при недостатке или отсутствии йода в окружающей среде (а это характерно для многих территорий – например, Прикамья, гор Средней Азии, ряда северных тундровых регионов) жители таких мест гораздо чаще страдают от поражений щитовидной железы, что в наиболее серьезных случаях вызывает такое заболевание, как эндемический зоб, при полном отсутствии йода увеличивается процент рождения кретинов.

Другая группа болезней вызывается возбудителями, при этом иногда возбудители проходят часть жизненного цикла в других организмах. Некоторые из них попадают в организм с водой, воздухом или вводятся в него кровососущими членистоногими (клещами, блохами, комарами и т. п.).

Возможность заболевания для конкретного организма (включая человека) зависит от общих свойств данного вида и индивидуальных особенностей. Прежде всего, следует упомянуть восприимчивость и чувствительность. Можно выделить группы людей, несколько различающихся по этим особенностям (табл.9.1).

Таблица 9.1

Классы восприимчивости и чувствительности к заболеваниям

Восприимчивость	Чувствительность		
	малая (x')	средняя (y')	большая (z')
Малая (x)	xx'	xy'	xz'
Средняя (y)	yx'	yy'	yz'
Большая (z)	zx'	zy'	zz'

Легче всего заболевают люди, характеризующиеся большой восприимчивостью и большой чувствительностью. Для них иной раз достаточно единичных болезнетворных микроорганизмов. Естественно, что лица, обладающие малыми чувствительностью и восприимчивостью, даже соприкасаясь с большим числом возбудителей, обычно не заболевают. Отметим, что по таким же классам можно охарактеризовать устойчивость людей ко многим внешним факторам, например, к воздействиям ядов, алкоголя и т.п.

Некоторыми заболеваниями поражаются и люди и животные, другими страдает лишь человек. Первые из них получили название зоонозов (« ноз » в переводе с греч. болезнь), вторые – антропонозов. Болезни могут передаваться контактным путем либо с помощью различных

агентов (живых или неживых). По способу передачи различают аксенозы (прямой контакт) или метаксенозы (передающиеся несколькими способами, включая и переносчиков или неживые компоненты среды). А.Г.Воронов предложил классифицировать болезни по сочетанию двух вышеупомянутых признаков (табл.9.2).

Природно-очаговыми трансмиссивными болезнями называют заболевания, существование которых обеспечивается обитанием на одной территории возбудителя, хранителя (резервуара) инфекции (это может быть и не болеющий этой инфекцией организм определенного вида), переносчика, который передаст возбудителя человеку (хозяину) или другим животным. Обычно такое сочетание приурочено к определенным экосистемам, занимающим территорию со специфическими природными условиями. Принято называть такие участки природными очагами. Учение о природной очаговости трансмиссивных (передающихся через переносчиков) болезней разработал академик Е.Н.Павловский. Ярким примером такой болезни является клещевой энцефалит (иногда его называют весенне-летним и таежным). Возбудителем этого заболевания является фильтрующийся вирус, переносчиками инфекции служат различные виды иксодовых клещей, прокормителями переносчиков (и при этом часто резервуарами инфекции) является большое число мелких и крупных птиц и зверей (известно более 90 видов, сохраняющих в крови возбудителя), наконец, окончательным звеном инфекционного потока часто оказывается человек (в природе это могут быть достаточно крупные звери).

Независимо от того, к какой группе болезней относится то или иное заболевание человека, деятельность человека приводит к увеличению числа заболеваний. Название «весенне-летний» дано заболеванию из-за соответствующего периода активности клещей: с момента таяния снегов – появления первых проталин взрослые клещи активно нападают на животных и людей. Период активности обычно заканчивается к середине – третьей декаде июля. Энцефалит назван таежным, т.к. редко встречается за пределами лесной зоны. Отметим, что, как правило, в глухих коренных таежных лесах клещей мало, природные очаги обычно отсутствуют. Наиболее благоприятны для формирования очагов заболевания лесные опушки, поляны в лесах, вторичные, иногда смешанные хвойно-лиственные леса. Возбудитель болезни выявлен во второй половине 30-х гг. XX в. на Дальнем Востоке. Отметим еще одну особенность заражения этой болезнью. Местные жители, пьющие сырое коровье молоко, постепенно вместе с ним получают малые количества вируса, адаптируются к нему, поэтому при нападе-

нии вирусофорного (содержащего вирус) клеща обычно не заболевают.

Таблица 9.2

Классификация болезней по способам передачи и объектам заражения

Группы болезней	Аксенозы	Метаксенозы
Зоонозы	Трихинеллез, бешенство, бруцеллез, ящур и т.п.	Клещевой энцефалит, японский (комариный) энцефалит, лихорадка Ку, микозы и т. п.
Антропонозы	Холера, корь, скарлатина, венерические заболевания и т. п.	Эпидемический (европейский) сыпной тиф, тениоз, малярия, шистомозы и т.п.

Этот процесс назван дробной или скрытой иммунизацией. Пришлые люди, не сталкивавшиеся с клещами и возбудителями в местах прежнего проживания, могут заболеть не только от укуса клеща, но даже от употребления сырого козьего молока. Напомним, что в 30-е гг. происходил интенсивный процесс освоения лесной зоны Дальнего Востока. Сводились леса, быстро зараставшие кустарниками, что создавало условия, благоприятные для зимовки кладок клещей. Если насосавшаяся крови самка упадет на дорогу, в лужу, она погибнет, если в густую травяную ветошь и опавшую листву, то весной из кладки выйдут крохотные личинки. Насосавшись крови мелких животных (птиц, мелких млекопитающих), они перелиняют в нимф, которые атакуют обычно более крупных животных, после кормления нимфы перелиняют и превратятся в имаго (взрослые клещи). При этом если клещ на любой стадии развития насосется крови, инфицированной вирусом энцефалита, он не только сохранит в себе инфекцию до конца жизни, но и обеспечит трансвариальную передачу потомкам, т.е. передачу, которая проходит через стадию яйца. Таким образом, все потомки вирусофорной самки клеща оказываются зараженными еще до рождения.

Проанализировав все вышеизложенное, легко понять, что в 30-е гг. на Дальнем Востоке: 1) расширились площади, пригодные для природных очагов клещевого энцефалита; 2) появились люди-переселенцы (комсомольцы, заключенные и т.п.), которые до того не сталкивались с возбудителем, например, выходцы из городов, степной зоны и т.д.; 3) увеличились возможности заболевания большого числа людей. Проникая в тайгу, люди попадали в очаги клещевого энцефалита и все чаще заболели. В конечном итоге причиной роста заболеваний оказалась такой антропогенный фактор, как рубка лесов и лесные пожары. Отметим, что если в конце 30-х гг. средняя зараженность клещей в лесной зоне равнялась примерно 2%, то сейчас она значительно выше. Так, в Пермской области часто отмечается более чем 40% вирусофорность клещей.

Если речь идет о здоровье людей в целом, то можно отметить, что независимо от того, с какой конкретной болезнью мы имеем дело, число случаев заболеваний людей растет. Частично это объясняется трансформацией природной среды, или ее загрязнением, в других случаях заболевание имеет более опосредованный характер. Устойчивость людей к заболеваниям снижается из-за ослабления иммунных защитных систем организма. Таким образом, можно согласиться с мнением Н.Ф.Реймерса о том, « что нынешнее человечество все больше становится обществом живучих больных ».

Глобальные экологические проблемы

По определению Н.Ф. Реймерса, « Глобальная проблема – природное, природно-антропогенное или часто антропогенное (в том числе экономическое, социальное и др.) явление, затрагивающее мир в целом. Примеры: ядерная угроза, экологический кризис, глобальное потепление, эпидемия СПИДа и т. п. К числу глобальных проблем приближаются широко региональные проблемы, охватывающие крупные части биосферы, например, загрязнение среды жизни, в том числе кислотные (кислые) осадки. В последнее время решению глобальных проблем уделяется значительное внимание. В СССР выделилась особая область знания – глобалистика » [45]. Среди глобальных проблем, кроме упомянутых выше, часто говорят об истончении озонового слоя земли (озоновых дырах), опустынивании планеты, падении продуктивности сельскохозяйственных угодий, сокращении площади лесов на планете. Всего специалисты в области глобалистики выделяют более двух десятков проблем, которые имеют всепланетный характер. Однако не все из них носят экологический характер, а потому являются предметом рассмотрения в данном курсе. Некоторые были рассмот-

рены в предыдущих лекциях, что позволяет здесь не упоминать их основу.

Пожалуй, наиболее крупной проблемой нашего времени является т. н. « экологический кризис ». Деятельность людей привела к тому, что нарушено равновесие внутри большого числа экосистем, к тому же часть экосистем полностью уничтожена. В свою очередь изменение части биосферы рождает противоречия между людьми и окружающей их природой, в результате чего обе подсистемы « Природа » и « Общество » начинают воздействовать друг на друга со все более негативным эффектом. Наконец, разбалансировка отношений между ними приводит и к своеобразным сбоям внутри человеческого общества (рост числа болезней, учащение катастроф и аварий по техногенным причинам, увеличение объема экономических потерь). Все это вместе взятое ставит на повестку дня вопрос о возможности выживания людей, при этом прогнозы многих футурологов носят пессимистический характер.

В этом отношении особенно показательны работы объединения, известного под названием Римский клуб. Отметим, что в последние годы в нашей прессе, а также в выступлениях ряда ученых по телевидению даются весьма разноречивые оценки (и положительные, и отрицательные) деятельности этого клуба. Что же такое Римский клуб? Он создан как международная организация в 1970 г. по инициативе одного из директоров известной автомобильной компании « Фиат » А.Печчеи. В его состав вошла группа ученых и общественных деятелей. Эта организация поставила перед собой цель – прогнозировать развитие человечества в его взаимодействии с природой. Первоначально работы велись под вывеской « независимой » общественной организации, однако, вскоре ядро клуба составили крупные бизнесмены, а первые прогнозы были выполнены на средства одной из крупнейших государственно-монополистических компаний – « Фольксваген » (ФРГ). В 1972 г. группа ученых во главе с профессором Массачусетского технологического института Д.Медоузом опубликовала книгу « Пределы роста ».

В основе прогнозов Римского клуба лежит определение тенденций развития 5 основных (по мнению его членов) факторов, определяющих будущее в ходе взаимодействия природы и общества: 1) рост населения, 2) наличие и расходование природных ресурсов, 3) развитие сельскохозяйственного производства, 4) развитие промышленного производства, 5) рост загрязнения среды обитания человека.

Сам Д. Медоуз и его соавторы пишут, что вначале они составили список самых важных причинных связей между пятью уровнями (па-

раметрами) и проследили внутреннюю структуру их обратной связи. Для этого потребовалось ознакомиться с литературой и проконсультироваться с различными специалистами, изучающими нашу проблему. Затем каждая связь была выражена настолько точно, насколько это было возможно, используя данные по всему земному шару и по отдельным странам, когда глобальные измерения не производились [33]. Таким образом, были определены ключевые причинные взаимосвязи, которые были введены в математическую модель. Затем с помощью компьютеров были произведены соответствующие расчеты. На основе полученных результатов и были установлены « пределы роста » и развития человеческого общества.

Так, например, деятели Римского клуба считают, что если в ближайшие 20–30 лет не будет произведена коренная перестройка производства (и сельскохозяйственного, и промышленного), то экономический прогресс прекратится. Более того, на 2020–2070 гг. предсказывается массовая гибель людей в результате истощения и загрязнения природы. Следует иметь в виду, что однозначно оценивать деятельность Д.Медоуза и его коллег не следует. Во-первых, их работа увеличивает беспокойство людей о будущем и, таким образом, положительно влияет на охрану природы. Во-вторых, ими разработана методика прогнозирования сложнейших процессов и получены определенные результаты. Однако, оценивая эти результаты, надо помнить, что сами авторы писали: « Рост экономики и населения будет зависеть от таких факторов, как мир и социальная стабильность, образование и занятость, постоянный технический прогресс. Эти факторы труднее всего постичь или предсказать. Ни в этой книге, ни в нашей мировой модели на данной стадии ее разработки нельзя уяснить роль социальных факторов » и далее: « Будем считать, что показанные выше темпы роста – продукты сложной социальной и экономической системы, которая достаточно стабильна и поэтому изменяется скорее медленно, чем быстро, за исключением случаев сильных разрушений » [33]. Нельзя не согласиться с мнением известного американского прогрессивного ученого Барри Коммонера, который, критикуя в своей книге « Технология прибыли » (М., 1976) выводы Д.Медоуза, пишет, что « в структуре математической модели, которая контролирует результаты исследования » [24], **не учитываются экономические и социальные факторы.** Следовательно, результат, полученный при помощи этой модели, в принципе не может удовлетворительно объяснить роль экономических факторов в кризисе окружающей среды и сделанные выводы органически непригодные для разработки социальных действий, направленных на улучшение состояния окружающей среды. Когда оно таково, то

для решения экономической проблемы требуется социальный контроль над некоторыми экономическими параметрами. Однако, как уже указывалось (и как становится все более ясно из противоречий, возникающих в Соединенных Штатах между промышленностью и требованиями окружающей среды), почти все экологические проблемы окружающей среды имеют экономические корни. По замыслу своих создателей « Пределы роста » предназначены для того, чтобы служить руководством к социальным действиям, направленным на ликвидацию экологического кризиса, но это руководство автоматически закрывает один из главных путей возможных действий – изменение экономической системы.

В наше время многие авторы пишут об экологическом кризисе. При этом часто упускается из виду, что речь идет не об одном, а о двух процессах, один из которых протекает в биосфере под влиянием деятельности человека, другой – в человеческом обществе в результате воздействия на него изменяющейся природы. По-видимому, удобно различать эти процессы, назвав первый из них экологическим кризисом, а второй – экологической (хозяйственной) революцией. Вот как определяет эти понятия Н.Ф. Реймерс [45]:

Экологический кризис – напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой (в системе « **биосфера и человек** »), характеризующееся несоответствием развития производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы. В более широком понимании – фазы развития биосферы, на которых происходит качественное обновление живого вещества (возникновение и вымирание многих видов). В предыстории и истории человечества выделяют следующие экологические кризисы:

1) доисторическое и доантропическое изменение среды обитания живых существ, вызвавшее возникновение непосредственных предков человека;

2) обеднение доступных примитивному человеку ресурсов промысла и собирательства, обусловившее стихийные биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для ее лучшего роста;

3) первый антропогенный кризис – массовое уничтожение крупных животных (эпоха перепромысла – « кризис консументов »), связанный с сельскохозяйственной экологической революцией;

4) экологический кризис засоления почв и деградации примитивного поливного земледелия, недостаточности его для разрушения народонаселения Земли, приведший к преимущественному развитию неполивного, богарного земледелия;

5) массовое уничтожение и нехватка растительных ресурсов (кризис « продуцентов »), вызвавшие применение минеральных ресурсов, промышленную, а затем и научно-техническую революцию;

6) современный кризис угрозы глобального загрязнения (редуценты не успевают очищать биосферу от антропогенных продуктов или потенциально неспособны это сделать в силу неприродного характера выбрасываемых синтетических веществ, поэтому этот кризис можно назвать « кризисом редуцентов », которому соответствует высший этап научно-технической революции – реутилизация продуктов и замыкание технологических циклов). Почти одновременно с « кризисом » наступают два других экологических напряжения – термодинамическое и снижение надежности экологических систем. Связаны они с экологическими ограничениями производства энергии в приземном слое Земли и нарушением природного экологического равновесия. Эти экологические кризисы ближайшего будущего будут разрешены на основе энергетической и эколого-плановой экологических революций» [45, с. 87-88].

Революция экологическая (хозяйственная)– ответная реакция человечества на кризисное состояние системы « биосфера и человек ». Обычно охватывает все стороны хозяйства и приводит к изменению взглядов людей на природу, ее эксплуатацию. В прежние эпохи экологические революции происходили в течение длительного времени (веками и даже тысячелетиями), современная экологическая революция займет, очевидно, около половины века. Древнейшая экологическая революция была реакцией на нехватку естественных продуктов природы при выходе человечества из фазы чисто биологического существования. Она ознаменовалась активным воздействием людей на природу путем выжигания растительности (для улучшения пастбищ диких животных) и организации массовых охот (« биотехническая революция »). Вторая экологическая революция произошла как следствие перепромысла крупных животных и истощения ресурсов собирательства, что привело к развитию примитивного земледелия и скотоводства. Третья экологическая революция была следствием ограниченности ресурсов орошаемого земледелия и привела к широкому переходу к богарному (неполивному) земледелию. Сведение лесов и общее истощение ресурсов растительного мира вызвало промышленную революцию, переросшую в научно-техническую революцию текущего времени. Современный экологический кризис характеризуется опасными загрязнениями биосферы, приближением к максимуму использования энергии на поверхности Земли и резким нарушениям экологического равновесия. Ему соответствует начавшаяся экологическая ре-

волюция замыкания производственных циклов, максимальной экономии энергии и экологического планирования, позволяющего поддерживать и улучшать экологическое равновесие [там же, с. 146]. Под экологическим равновесием этот же автор понимает «баланс естественных или измененных человеком средообразующих компонентов и природных процессов, приводящий к длительному (условно-бесконечному) существованию данной экосистемы» [там же, с.140].

Если попытаться проанализировать историческое развитие природных комплексов в ходе взаимодействия природы и общества, то, вероятно, можно наметить 7 основных этапов:

1-й этап – этап относительно гомогенного природного фона. Осуществляются лишь природные сукцессии;

2-й этап – сохранение относительно гомогенного природного фона, господствуют природные сукцессии, но появляются в небольшом числе и антропогенные смены; колебания обилия живых ресурсов довольно равномерны на всей территории и по годам;

3-й этап – смена природных сукцессионных процессов природно-антропогенными; первоначально нарушенные человеком участки и биогеоценозы могут характеризоваться увеличением обилия отдельных видов организмов (например животных), причем для этих видов характерно увеличение размаха годовой и сезонной численности. Отдельные виды организмов снижают численность, некоторые приспосабливаются к синантропному образу жизни;

4-й этап – преобладание площадей измененных человеком биогеоценозов над природными, дальнейшее увеличение амплитуды циклических колебаний в жизни отдельных видов организмов, снижение численности существ, типичных для нетронутых первичных природных комплексов;

5-й этап – появление обширных окультуренных, культурных и техногенных природных комплексов, резкое снижение числа особей многих видов, нивелировка различий сообществ в сохранившихся небольших коренных участках их биогеоценозов;

6-й этап – преобладание измененных деятельностью человека биогеоценозов, почти полное переформирование сообществ организмов, выпадение видов, неспособных приспособиться к изменившейся окружающей среде. Существование биогеоценозов определяется всецело антропогенными факторами;

7-й этап – создание культурного ландшафта, сознательное формирование человеком нужных ему биогеотехноценозов;

Отметим, что на поверхности нашей планеты в разных регионах наступление того или иного этапа происходит неодновременного.

Контрольные вопросы

1. Экозависимые заболевания.
2. Болезни, определяемые природными причинами.
3. Классы устойчивости людей к заболеваниям.
4. Аксенозы.
5. Зоонозы.
6. Антропонозы.
7. Метаксенозы.
8. Природно-очаговые болезни.
9. Эндемические заболевания.

Список рекомендуемой литературы

Авцын А. П. Введение в географическую патологию. М., 1972. 328 с.

Алексеева Т.И., Козлов А.И., Курбатова А.Л., Прохоров Б.Б., Ревич Б.А., Талаева Ю.Г., Татевосов Р.В., Шакин В.В. Экология человека. Учебное пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 438 с.

Алексеев В.А., Матасова И.Ю. Основы безопасности жизнедеятельности. Ростов-на-Дону: изд-во Феликс. 320 с.

Воронов А.Г. Медицинская география. М: Изд-во МГУ, 1981, 1986, 1989.

Горбатовский В.В., Рыбальский Н.В. Здоровье человека и окружающая среда. //Экологический вестник России. 1995. 60 с.

Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие. М., Финансы и статистика, 1999. 670 с.

Прохоров Б.Б. Экология человека: понятийно-терминологический словарь. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. 346 с.

Реймерс Н.Ф. Азбука биосферы. Микроэнциклопедия биосферы. М., 1980. 208 с.

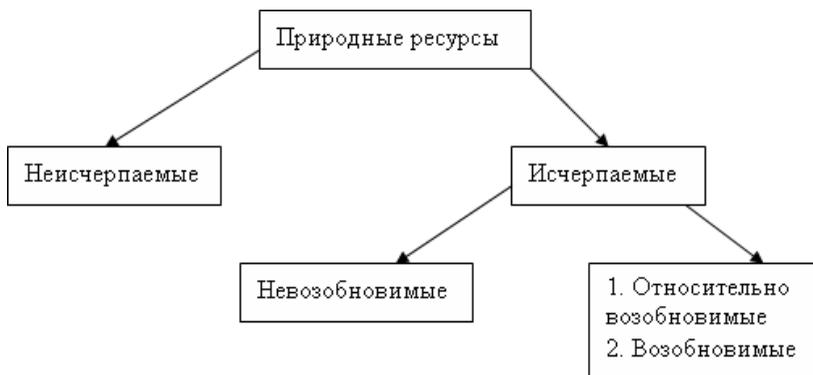
Харрисон Д., Дж. Уайнер, Дж. Теннер, Н. Барникот, В. Рейнольд. Биология человека. М.: Мир, 1979. 612 с.

10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

С момента возникновения человек извлекает из природной среды все, что необходимо для его существования, т.е. использует природные ресурсы. Слово « ресурс » имеет французское происхождение, переводится « средство существования, источник существования ». Существует довольно большое число классификаций природных ресурсов, которые, впрочем, достаточно схожи. При классификации обычно используются некоторые особенности ресурсов, значимые для жизни и хозяйства человека.

Прежде всего, оказывается существенной такая особенность ресурса, как его исчерпаемость при использовании людьми, второй важной характеристикой ресурсов является возможность их восстановления (возобновления).

При использовании этих двух характеристик классификация природных ресурсов имеет следующий вид:



К числу неисчерпаемых природных ресурсов относятся солнечная радиация, поступление которой на поверхность планеты нашей обеспечивает и существование жизни вообще и человека в частности. Кроме того, к этой группе ресурсов включают воздушные (климатические) и водные (гидросферные). Мотивируется это включение тем, что независимо от существования человека на Земле существовали и будут существовать атмосфера и водная оболочка (Мировой океан, наземные и подземные воды и т. п.). Правда, речь идет только о факте наличия этих географических оболочек, без учета их возможных качественных изменений. В то же время деятельность человека (например загрязне-

ние этих сред) может сделать их совершенно непригодными для дыхания или для питья, а также для использования в ходе производства. Считается, к примеру, что более 60% населения Российской Федерации используют в быту воду, не отвечающую санитарным требованиям, или дышат воздухом, загрязнение которого превышает ПДК во много раз. Таким образом, в случае неразумного отношения к этим ресурсам человечество может сделать их непригодными для поддержания собственного существования.

Исчерпаемые ресурсы состоят из двух групп (иногда выделяют три): невозобновимые природные ресурсы и возобновимые природные ресурсы. К первой из них относится большинство минеральных (полезных) ископаемых, которые в наше время не образуются или для возникновения которых требуется столь длительное время, что с позиций живущих ныне людей они практически не могут восстановиться. Практически все рудные ископаемые, горючие вещества, т.е. металлы, угли, сланцы, нефть и газ, относятся к этой группе. Кроме того, невозобновимы и строительные природные материалы, а также многие залежи солевых руд. Пожалуй, из всех полезных ископаемых к этой группе не относятся торфы и некоторые соли, которые возникают и в наше время (соленые озера нашей степной и полусухих и засушливых природных зон, некоторые морские заливы позволяют ежегодно собирать рапу и получать из нее ряд солей). Торф относится к другой группе ресурсов, т.к. хотя и не очень быстро, но ежегодно в средней полосе России торфяной слой на болотах может прирастать на 1,5–2 см в год.

К числу возобновимых природных ресурсов относятся все живые организмы, почва, а также вышеупомянутые соли и торф. При этом различают возобновимые и относительно возобновимые природные ресурсы. В последнем случае речь идет о тех ресурсах, для восстановления которых требуются сроки, время, сопоставимое со сменой многих человеческих поколений. Так, в умеренной полосе Северного полушария для образования 10–15-сантиметрового слоя гумусового горизонта почвы, обеспечивающего ее плодородие, требуется 750–1000 лет. Известны виды деревьев, живущие по 5–7 тыс. лет (секвойи, гинкго, мамонтово дерево и т. д.). Обычно граница между относительно возобновимыми и невозобновимыми ресурсами определяется весьма условно. Так, живущие несколько сотен лет кедры и дубы обычно включают в число возобновимых ресурсов.

При использовании природных ресурсов необходимо учитывать их исчерпаемость и возобновимость. Так, требование к использованию полезных ископаемых – это его рациональность, т.е. бережное, ком-

плексное отношение к ним, включающее экономное расходование и комплексную переработку, последняя особенно важна при добыче полиметаллических руд, при нефтедобыче, когда громадные объемы побочных газов либо выпускаются в атмосферу, либо бездумно сжигаются.

При использовании возобновимых ресурсов необходимо, чтобы изъятое количество не превышало то, которое образуется за время изъятия. Для живых ресурсов определяются продуктивность и продукция. Первая – способность к самовозобновлению, под второй понимают количество биомассы, образующееся в единицу времени. Чаще всего используется биомасса, возникшая за год. Разница между исходной биомассой (начало года) и конечной (конец года) и составляет продукцию за год (иногда ее называют приростом). Рациональное использование возобновимых живых ресурсов не позволяет изымать из природы любой вид растений и животных в количестве большем, чем его прирост.

При использовании природных ресурсов возникает необходимость их эколого-экономической оценки. Этим занимается отрасль знания, возникшая на стыке экономики и экологии, – экономика природопользования. Большинство ученых рассматривают ее как часть (раздел) экономики, которая исследует вопросы экономической (в ряде случаев и внеэкономической) оценки природных ресурсов и такой же оценки ущербов от загрязнения среды. Напомним, что загрязнение среды – явление, возможное только как результат нерационального некомплексного использования того или иного ресурса на любой стадии его переработки, выражающееся в образовании огромного количества отходов (они же загрязнители), которое может часто многократно превышать объемы используемых человеком компонентов. Сходное определение приводит академик Т.С.Хачатуров: « Экономика природопользования освещает две группы связанных между собой проблем: во-первых, как наиболее экономически эффективно использовать необходимые в производстве и потреблении ресурсы и, во-вторых, каковы экономически наиболее целесообразные методы предотвращения или ликвидации загрязнения окружающей среды » [51, с.14]. Эти вопросы должны решаться с учетом изменения потребностей – личных и общественных, потребительских и производственных – в ходе развития производственных сил и прогресса науки и техники.

В наиболее общем виде систему эколого-экономических оценок природных ресурсов дали Л.Г. Бурылова и Л.А. Барг [7]. Она выглядит следующим образом:



Эти же авторы отмечают, что при решении конкретных задач возможны различные направления оценивания природных ресурсов:

- ♦ выбор способов и очередности вовлечения природных ресурсов в хозяйственный оборот и связанных с этим вариантов капитальных вложений;

- ♦ создание стимулов рационального использования ресурсов и охраны окружающей среды;

- ♦ обеспечение равных экономических условий хозяйствования и оценки результатов деятельности предприятий природохозяйственных и природоэксплуатирующих отраслей;

- ♦ выявление размера экономического ущерба при изъятии природных благ, при изменении направленности их использования;

- ♦ отражение природных ресурсов в балансе народного хозяйства, калькулирование себестоимости, планирование распределения трудовых ресурсов и т.п.

Следует иметь в виду, что в классификацию природных ресурсов включены конкретные компоненты природных комплексов. Последние и сами имеют некоторые особенности, которые могут рассматриваться в качестве специфических ресурсов. К их числу можно отнести, например, географическое пространство (размер той или иной территории), которое может давать определенные преимущества или ограничивать возможности людей, живущих в различных государствах. С этой точки зрения территориальные ресурсы России во много раз больше территориальных ресурсов Бельгии, Франции и других европейских стран. Этот ресурс обеспечивает большие перспективы развития страны в будущем. Живописность (красота) ландшафта также может рассматриваться как ресурс ряда видов хозяйственного использования. Именно те участки планеты, где не затронута, не разрушена природная красота природы, привлекают большое число людей, которое позволяет развивать такую отрасль, как туризм. В этом случае можно говорить об эстетических ресурсах природы. Введение подоб-

ных ресурсов в классификацию в конечном итоге приводит к тому, что она начинает все больше и больше совпадать с классификацией видов экономической деятельности людей, в этом случае выделяют ресурсы сельского хозяйства, промышленности, транспорта и т.п., имея в виду соответствующие природные составляющие наравне с трудовыми, социальными и т.п. ресурсами. В свою очередь возможно дальнейшее подразделение ресурсов. Так, ресурсы, используемые промышленностью, можно подразделить на энергетические и сырьевые для получения конструкционных материалов производственного назначения; сырьевые для получения других продуктов производственного назначения (например смазочных масел и т.п.); сырьевые для производства предметов непосредственного потребления (вода, нефть и нефтепродукты). Если помимо ресурсов, используемых в производственной деятельности, выделить ресурсы непосредственной сферы, их можно разделить на группы прямого потребления, косвенного использования и эстетического назначения.

Распределение различных природных ресурсов на нашей планете неравномерно. Выделяются территории более или менее богатые ими. Эта неравномерность усиливается в ходе развития общества. Более развитые страны в нашем столетии осознают, что исчерпываемые природные ресурсы не вечны, начинают их экономить, консервируя разведанные запасы. Менее развитые страны добывают ресурсов все больше, постепенно превращаясь в сырьевые придатки более развитых государств. К концу XX столетия сложилась ситуация, которая позволяет разделить мир на зоны, в которых люди различным образом используют богатства природы. Сейчас часто говорят о бедных и «грязных» странах, хозяйство которых характеризуется, прежде всего, извлечением сырья и его первичной переработкой (которая дает максимальное количество загрязнений). Это слаборазвитые государства Африки, Азии, некоторые страны Латинской Америки, а также страны Восточной Европы, входившие, прежде всего, в социалистический блок. Для европейских североамериканских и некоторых азиатских стран (Япония, Южная Корея) характерно развитие не добывающих отраслей промышленности и первичной переработки сырья, а развитие так называемых наукоемких технологий, которые к тому же дают большую прибыль. Соответственно этому для стран второй группы характерны более высокий уровень потребления (уровень жизни), более жесткие требования к качеству окружающей природной среды, максимальная экономия собственных природных ресурсов. В результате мир делится на страны богатые и «чистые» или «становящиеся все более чистыми» в экологическом отношении, и страны бедные и

грязные. Соответственным образом реализуются потоки не только сырьевые, но и финансовые, и трудовые. « Утечка умов », деньги, перемещающиеся в богатые страны, загрязнения, потоки второсортной продукции, отходы – в бедные. Неравномерность потребления, разное качество жизни на планете приводят к углублению различий – « богатые богатеют », « бедные беднеют », к возникновению конфликтов между группами стран, к возрастанию напряженности в международных отношениях. При этом становится все более ясно, что исчерпание природных ресурсов и рост загрязнений на таких обширных пространствах, как африканский континент, значительная часть Азии, Российская Федерация, приводят к развитию массовых заболеваний, голода, в конечном итоге, к депопуляции на этих территориях, т.е. к сокращению числа живущих здесь людей.

Кроме того, человечество в целом не может стабильно развиваться при углублении подобного рода противоречий в разных частях планеты. Кроме того, уточнение запасов основных природных ресурсов показало, что уже сейчас уровень потребления, достигнутый развитыми странами, недостижим для всего человечества, т.к. природных ресурсов « на всех не хватит ». По данным международных организаций (например Всемирной организации здравоохранения), уже сейчас на Земле постоянно голодает до 800 млн человек, при этом ежедневно от голода погибает до 10 тыс. людей.

Возникает проблема снижения уровня потребления в одних странах и повышения его до пределов, обеспечивающих хотя бы минимальные условия существования, в других. Кроме того, ухудшение качества окружающей среды поставило человечество перед необходимостью решения целого ряда глобальных экологических проблем. Еще в 1972 г. в Стокгольме прошла первая всемирная встреча по окружающей среде. В 1983 г. Организация Объединенных Наций создала Всемирную комиссию по окружающей среде и развитию. В 1987 г. в отчете этой комиссии « Наше общее будущее » содержались положения о том, что в мире, где много нужды и где окружающая среда ухудшается, невозможно существование здорового общества и экономики. Очень важны положения и о том, что человечество может развиваться только как единая система, что экономическое развитие не может остановиться, но оно должно пойти по иному пути, перестав столь активно разрушать окружающую среду. Понимание этих проблем привело к тому, что в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро состоялась встреча на высшем уровне по проблемам планеты Земля. Это была самая крупная встреча мировых лидеров, в которой приняли участие главы и высокопоставленные лица 179 правительств разных государств (для

сравнения укажем, что в Стокгольме присутствовали представители 113 стран). Бразильская встреча на правительственном уровне прошла во время конференции ООН по окружающей среде и развитию. К представителям правительств во время этого форума присоединилось большое число официальных лиц из организаций системы ООН, местных властей, деловых, научных кругов, общественных организаций. Всего в мероприятиях в Рио-де-Жанейро приняло участие более 18000 представителей разных стран, а также 400 тыс. посетителей. Совещания в Рио-де-Жанейро освещали в средствах массовой информации 8000 журналистов всей планеты.

В ходе дискуссий были заложены основные представления о задачах человечества на XXI в. (повестка дня на XXI в.) – программа того, как сделать развитие человечества устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения. Поскольку решение экологических проблем – очень важная составляющая компонента устойчивого развития, в экологической отечественной литературе в качестве синонима устойчивого развития часто используется термин экологическое развитие, или экоразвитие.

Правительством Российской Федерации была разработана концепция перехода к устойчивому развитию. Она нашла отражение в указе Президента РФ « О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития » (от 4.02.1994г.) и « Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию » (от 1.04.1966г.). Конечно, как документы встречи в Рио-де-Жанейро (опубликованные более чем на 700 страницах текста), так и документы, подготовленные руководством России, содержат формулировки многочисленных принципов экоразвития и условий их реализации в будущем. К числу наиболее важных принципов устойчивого экологического развития можно отнести следующие:

1. Региональные и локальные задачи экоразвития должны быть подчинены глобальным и национальным целям предотвращения экологического кризиса и оптимизации среды обитания человека (принцип « мыслить глобально – действовать локально »);

2. Региональное экоразвитие включает функцию раннего предупреждения неблагоприятных экологических тенденций или предусматривает гарантии их минимизации (назначение последствий не освобождает общество от ответственности за разрушение природной среды);

3. Цели экоразвития должны быть первичны по отношению к целям экономического развития (принцип экологического императива);

4. Размещение и развитие материального производства на определенной территории должны осуществляться в соответствии с ее экологической выносливостью по отношению к техногенным воздействиям (принцип эколого-экономической сбалансированности).

Таким образом, данные о происшедших изменениях биосферы и прогнозы будущих приводят к убеждению о необходимости радикальной смены приоритетов в развитии человечества, построения новой модели цивилизации и новой экономической и политической стратегии.

Если принципиальные положения концепции экоразвития должны быть реализованы для обеспечения выживания людей на планете Земля, такая реализация подразумевает наличие некоторых условий.

Условия реализации концепции экоразвития

1. Единая государственная экологическая политики, подкрепленная системой законов, подзаконных актов и долгосрочной стратегической программой.

2. Глубоко проработанное законодательство в области природопользования и защиты окружающей среды.

3. Достаточное финансовое и материальное обеспечение.

4. Участие населения в процессе выработки и принятия решений по наиболее важным практическим задачам экоразвития.

5. Научно-методическая, информационная и нормативная обеспеченность территориальных эколого-экономических программ.

6. Правильная кадровая политика, при которой доступ к власти и управлению природопользованием определяется профессионализмом и компетентностью.

7. Международная поддержка и сотрудничество.

Не требует глубокого анализа выяснение того, что в настоящее время подавляющее большинство перечисленных условий в нашей стране не может быть выполнено.

Проблемы экоразвития предусматривают и экологизацию экономики на всех уровнях. Так, если речь идет об использовании природных ресурсов, то существуют некоторые правила, которыми следует руководствоваться независимо от того, какая из групп ресурсов используется.

Предполагается, что ко всем ресурсам относятся следующие положения:

1. Знание количества ресурсов, т.е. составление их кадастров. При этом если мы имеем дело с полезными ископаемыми, то необходим точный учет их разведанных запасов, в случае ресурсов живой приро-

ды необходимо знать возможности того или иного вида по наращиванию численности и обилия, объем годового прироста, специфику циклов колебаний численности (это особенно важно для животных), плодовитость и т.п. Знание географических закономерностей размещения ресурсов в пространстве – также необходимое условие их рационального использования.

2. Пути увеличения массы (или объема) вовлекаемых в хозяйственное производство ресурсов: разведка новых запасов полезных ископаемых, пути повышения продуктивности живых (возобновляемых) ресурсов. Применительно к организмам необходимо выяснение оптимальной, пространственной, возрастной и т.п. структуры популяции, а также оптимального, соразмерного с природными условиями, уровня численности.

3. Существенна, особенно для полезных ископаемых, их рациональная переработка, предусматривающая и комплексное использование сырья, в котором могут содержаться разные компоненты, нужные человеку, и экономное расходование ресурсов, включающее уменьшение потерь на всех стадиях обработки, переработки и использования.

Преимущественно для минеральных ресурсов необходимо знать возможности их переработки и использования в разных направлениях. Так, каменный уголь может быть использован как топливо, а может быть сырьем для многочисленных химических производств, что, по-видимому, экономически более выгодно. Другой возможностью экономии полезных ископаемых является их замена новыми видами сырья, особенно более дешевого, а также переработка отходов, которые в этом случае выступают как вторичное сырье. Так, получаемые из древесной массы некоторые виды пластмасс, а также сочетания пластмасс с глинистыми частицами (керамопластмассы) или с металлами – существенный путь сокращения использования металлов. Если учесть, что ресурсы песка, глины не вызывают опасений, что возможна замена части объема пластмассами древесного происхождения (дерево – возобновляемый ресурс), то этот путь экономии полезных ископаемых весьма перспективен. Наконец, при выработке энергии экологически чистый путь – это использование ее альтернативных источников (геотермальные станции, ветровые и приливно-отливные станции). По мере развития таких способов получения энергии постепенно снизится сжигание горючих полезных ископаемых, а в будущем могут уйти в прошлое и атомные станции, чреватые возможностью грозных катастроф (напомним о южноуральской катастрофе 1957г., всем известном Чернобыле и т. д.).

Контрольные вопросы

1. Классификация природных ресурсов.
2. Система эколого-экономических оценок ресурсов.
3. Устойчивое развитие (экоразвитие): цели и задачи.
4. Условия реализации концепции экоразвития.
5. Принципы рационального использования природных ресурсов.

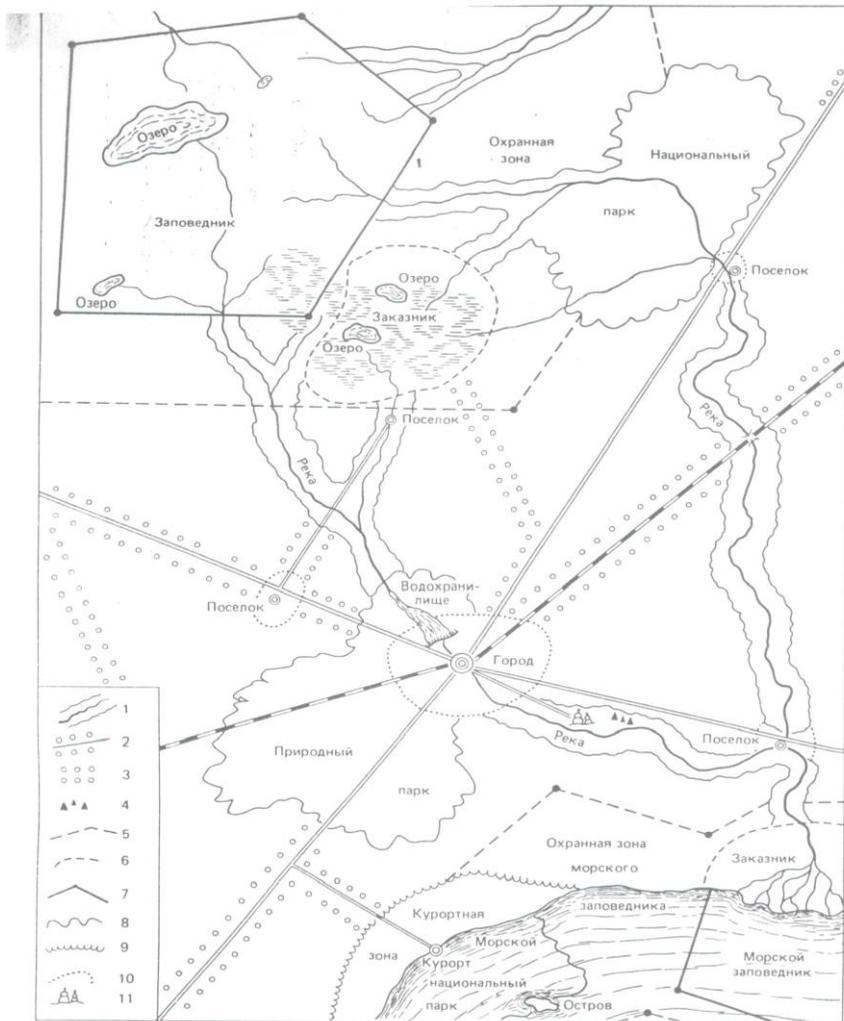


Рис. 10.1.

Схема планировки местности для территориального поддержания экологического (природного) равновесия: 1 – границы водоохранных зон вдоль рек; 2 – защитные полосы вдоль дорог; 3 – почвозащитные лесные (растительные) полосы; 4 – памятники природы; 5 – границы озранных зон; 6 – границы заказников; 7 – границы заповедников; 8 – границы национальных и природных парков; 9 – границы курортных зон; 10 – границы зеленых зон вокруг населенных пунктов; 11 – исторические памятники

Список рекомендуемой литературы

Акимова Т.А., Хаскин В.В. Основы экоразвития: учеб. пособие. М., 1994. 312 с.

Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В. Экологические основы природопользования: учеб. пособие. М.: Издат. дом «Дамков и К°», 2001. 236 с.

Воронков Н.А. Основы общей экологии. М.: Агар, 1997. 88 с.

Разумовский В.М. Природопользование. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003. 292 с.

Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 638 с.

Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. 366 с.

Стурман В.И. Геоэкология и природопользование: курс лекций. Ижевск: Изд. дом «Удмуртский университет», 1999. 246 с.

ОБЩЕСТВО И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА. ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

До появления на планете вида *homo sapiens* развитие географической оболочки (биосферы) подчинялось сугубо природным законам. Природные процессы осуществлялись плавно, без резких колебаний отдельных компонентов экосистем, живые виды давали более-менее правильные синусоидальные циклы численности. Появление человека вносит существенные изменения в этот ритмически правильный и плавный ход природной эволюции. Прежде всего, следует обратить внимание на то, что с самого начала своего существования люди создают социальные совокупности (роды, орды, племена), развитие которых, во-первых, протекает значительно быстрее, чем эволюция природных систем, во-вторых, подчиняется иным законам – социальным.

С момента появления человека можно говорить о возникновении на планете принципиально новой системы – общества. В самом широком смысле обществом называют совокупность исторически сложившихся форм совместной деятельности людей и самих людей. Таким образом, понятие «общество» включает и производство, и воспроизводство материальной жизни людей, собственно материальное воспроизводство, воспроизводство природных ресурсов и условий жизни и воспроизводство самих людей (воспроизводство человека). При этом общественные связи и отношения опосредуют отношение людей к

природе. На разных этапах развития реализуются разные способы получения необходимых людям благ жизни, разные системы ведения хозяйства, которые, конечно, характеризуются различными по силе и характеру воздействиями на природную среду. Очень часто для обозначения сочетания различных по характеру ведения хозяйства групп людей (этнических, административных, государственных) и соответствующих отношений между группами и самими людьми также используют понятие « общество », хотя, вероятно, правильнее было бы последовательные во времени разные системы хозяйства называть этапами развития общества. В принципе общество, находящееся на определенном этапе развития – исторически конкретный тип социальной системы, общественно-экономическая формация (например, феодализм, рабовладельческий строй, капитализм и т.п.).

В ходе взаимодействия с природной средой общество все шире использует природные ресурсы. На заре человеческой истории использовались преимущественно биологические ресурсы (растения, животные) и два абиотических (вода, воздух). По мере развития общества в оборот вовлекается все большее количество абиотических ресурсов (например полезных ископаемых), усложняется и хозяйственная деятельность человека.

Если сначала люди используют для жилья естественные укрытия (пещеры), то затем эти укрытия все усложняются и достраиваются, на смену примитивным ямам с навесами, шалашами приходят все более сложные конструкции жилых и производственных зданий, вместо примитивных тропинок начинают строиться все более сложные транспортные пути, мелкие примитивные запруды сменяются гигантскими плотинами, а небольшие арыки заменяются весьма сложными протяженными каналами. Добыча полезных ископаемых приводит к замене сбора камней на поверхности к целой системе подземных разработок (шахт, штолен т.п.). Таким образом, природная среда все больше и больше, все быстрее и быстрее изменяется в ходе удовлетворения самых разнообразных потребностей человека. Растет и площадь преобразованных пространств, современные крупные города занимают территории в сотни квадратных километров. При этом на значительных участках земной поверхности естественные экосистемы и процессы уступают место антропогенным (созданным человеком).

Природная среда сменяется техногенной (которую также называют иногда средой « третьей природы », средой населенных мест или артеприродной). В понятие « техногенная среда » включают искусственные сооружения людей, состоящие из чисто технических (здания, сооружения, асфальт дорог, искусственное освещение и т.д.) и

природных (воздух, естественное освещение, элементы живой природы типа газонов, скверов и т.д.) компонентов. К техногенной среде относится и среда космических кораблей, еще в большей мере искусственная, но все же основанная на природных компонентах, в частности на растительных и особенно микробных (включая кишечную флору космонавтов). По мнению ученых, полный отрыв человека от биосферы Земли, видимо, принципиально невозможен, т.к. техногенная среда без искусственного поддержания деградирует, в результате чего существование в ней человека становится невозможным.

Параллельно с созданием техногенной среды развивается и само общество. Люди вступают между собой в различные отношения, начинают вырабатывать новые ценности, иногда не имеющие вещественного воплощения, – устные формы творчества, мифы и т.п. Однако эти нематериальные продукты деятельности оказывают на людей все большее воздействие, воплощаясь в картинах, литературе и прочих духовных и культурных ценностях. Совокупность людей (и их групп) и создаваемых (в том числе накопленных) ими материалов и культурных ценностей, воздействующих на человека, называется социальной или социально-экономической средой. Социальная среда включает социально-психологические, социологические, демографические, национально-культурные, этнические, производственно-экономические и другие элементы. В понятие социальной среды входят явления престижа и моды (в том числе привычки, включая вредные), уверенность в завтрашнем дне, степень экономической обеспеченности, конституционные свободы личности и т.п. Особое место занимает отношение к природным ресурсам. Вовлеченные в хозяйственный оборот, они теряют чисто природное содержание и выступают как элемент социальной среды.

Таким образом, современный человек существует одновременно в трех принципиально различных средах: природной, техногенной и социальной (социально-экономической). При этом все три системы (среды) развиваются по строгим закономерностям. К числу общих для всех трех сред закономерностей развития следует отнести:

1. Ускорение развития во времени (правда, следует отметить, что скорость изменения разных сред различна: она максимальна у социальной среды и минимальна у природной).

2. Усложнение структур всех трех сред: увеличение числа экосистем (за счет сукцессий и их вариантов), увеличение числа техногенных систем, развитие социальной сферы.

3. Уменьшение пространства, занятого природными системами и увеличение площади техногенной среды при параллельном увеличении значимости социальной среды.

4. Изменение соотношения (в развитии любых систем) природных, природно-антропогенных и антропогенно-природных процессов. Так, в южной тайге России площадь, на которой господствует сочетание природных и антропогенных процессов, постоянно увеличивается: на сегодняшний день в европейской части РФ площади, на которых сохраняются преимущественно природные процессы, составляют лишь 10–15% всей территории, в Средней Сибири аналогичные пространства охватывают от 40 до 50%, на Дальнем Востоке, в наименее измененных частях региона они составляют максимум 60% и лишь на острове Кунашир территория естественных экосистем занимает около 70%.

5. И для природных, и для техногенных систем характерно сокращение обилия животных и растений. Это объясняется прямым и косвенным уничтожением диких организмов, а также действием закона убывающего (естественного) плодородия для сельскохозяйственных территорий. Последний можно сформулировать следующим образом: в связи с постоянным изъятием урожая и нарушением естественных процессов почвообразования, а также возделыванием длительной монокультуры в результате накопления токсичных (ядовитых) веществ, выделяемых растениями, на культивируемых землях постепенно происходит снижение естественного плодородия почв, соответственно снижается продуктивность (урожайность) полей и пастбищ.

6. Увеличение социализации природной среды, что можно рассматривать как начальный этап возникновения на планете ноосферы.

Ноосфера (от греч. разум и сфера) – сфера взаимодействия природы и общества, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития. Понятие ноосферы как облекающей земной шар идеальной, «мыслящей», оболочки, формирование которой связано с возникновением и развитием человеческого сознания, ввели в начале XX в. П. Тейяр де Шарден и Э. Леруа. В.И. Вернадский внес в термин новое содержание: ноосфера – новая, высшая стадия биосферы, связанная с возникновением и развитием в ней человечества, которое, познавая законы природы и совершенствуя технику, становится крупнейшей силой, сопоставимой по масштабам с геологическими процессами, и начинает оказывать определяющее влияние на ход процессов в охваченной его воздействием сфере Земли (впоследствии и в околоземном пространстве),

глубоко изменяя ее своим трудом. Зародившись на планете, ноосфера имеет тенденцию к постоянному расширению, превращаясь таким образом в особый структурный элемент космоса, выделяемый по социальному охвату природы. В понятии ноосферы подчеркивается необходимость разумной (т.е. отвечающей потребностям развивающегося человечества) организации взаимодействия общества и природы в противоположность стихийному, хищническому отношению к ней, приводящему к ее ухудшению.

В наши дни человечество сталкивается с разными проблемами, возникающими в ходе изменения природы нашей планеты. Это и загрязнение среды, и почвенная эрозия, а в отдельных случаях и хищническое использование природных ресурсов, приводящее к их исчезновению. В результате природа платит нам ростом числа «болезней двадцатого века»: сердечно-сосудистых заболеваний, психических болезней, близорукости, раковых опухолей, врожденных отклонений и природно-очаговых инфекций. Неслучайно существуют пессимистические прогнозы о возможности существования будущих поколений людей.

Таким образом, вопросы созологического и природоохранительного содержания необычайно актуальны. В наши дни разворачиваются довольно бурные дискуссии по всему кругу проблем. Резкое ухудшение экологической ситуации, недостаточное внимание к природоохранным проблемам некоторые исследователи объясняют трудностями, которые возникают при недостаточно высоком уровне развития производства (не уступающего, впрочем, таковому в главных капиталистических странах), историческими причинами (необходимость индустриализации, навязанная нам немецкими нацистами война, нужды скорейшего восстановления разрушенного в ходе Великой Отечественной войны народного хозяйства и т.п.). Конечно, эти факты сыграли отрицательную роль в организации развития охраны природы в нашей стране. Однако сегодня главной причиной недостатков, на наш взгляд, является несоответствие уровня сознательности отдельных руководящих административных и хозяйственных работников задачам сегодняшнего дня. Очень живучи в сознании многих людей представления типа «на наш век хватит». Такие руководители действуют по принципу «после нас хоть потоп». Очень сложно изжить потребительское отношение к природе, формировавшееся в течение многих тысячелетий в сознании людей. Поэтому важнейшей задачей наших дней, одним из актуальнейших аспектов охраны природы является воспитание всех людей в духе уважения к природе, озабоченности ее состоянием. Только таким путем мы сможем преодолеть эгоистиче-

ское отношение к ней и избежать узковедомственного подхода к использованию природных ресурсов.

Контрольные вопросы

1. Виды среды.
2. Общие закономерности развития всех сред.
3. Тенденции изменения окружающей среды.
4. Прогнозы Римского клуба.
5. Экологические кризисы, экологические революции.
6. Основные этапы развития природных комплексов под влиянием деятельности человека.

Список рекомендуемой литературы

- Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 262 с.
- Гаев А.Я., Минькевич И.И., Зубрицкий А.* Краткий словарь по экологии и геоэкологии: методич. пособие по курсам « Экология » и « Геоэкология » для студентов естественных и строительных ВУЗов. Пермь, 2001. 114 с.
- Гирусов Э.В.* Основы социальной экологии. М.: Изд-во Российского университета им. Дружбы народов, 1998. 170 с.
- Голубев Г.Н.* Геоэкология. М.: Геос, 1999, 338 с.
- Голубев Г.Н.* Глобальные изменения в экосфере. М.: Желдориздат, 2002. 366 с.
- Железнов Ю.Д., Абрамян Э.А., Новикова С.Т.* Человек в природе и обществе. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. 298 с.
- Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). М.: Прогресс, 1989. 372 с.

Список использованной литературы

1. *Авицын А.П.* Введение в географическую патологию. М., 1972. 328 с.
2. *Акимова Т.А., Хаскин В.В.* Основы экоразвития. М.: Изд-во Рос. экол. акад., 1994. 312 с.
3. *Алексеева Т.И., Козлов А.И., Курбатова А.Л., Прохоров Б.Б., Ревич Б.А., Талаева Ю.Г., Татевосов Р.В., Шакин В.В.* Экология человека: учеб. пособие. М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 438 с.
4. *Алексеевко В.А., Матасова И.Ю.* Основы безопасности жизнедеятельности. Ростов-на-Дону: Изд-во "Фелико", 2001. 320 с.
5. *Алпатьев А.М.* Развитие, преобразование и охрана природной среды. Проблемы, аспекты. Л.: Наука, 1983. 240 с.
6. *Арустамов Э.А., Левакова И.В., Баркалова Н.В.* Экологические основы природопользования: учеб. пособие. М., 2001. 236 с.
7. *Бурьлова Л.Г., Барг Л.А.* Экономика природопользования: учеб. пособие. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1990. 262 с.
8. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 262 с.
9. *Воронков Н.А.* Основы общей экологии: общеобразовательный курс. М.: Изд-во Агар, 1997. 88 с.
10. *Воронов А.Г.* Медицинская география. М.: Изд-во МГУ, 1981. 162 с.; 1986. 112 с.; 1989. 106 с.
11. *Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Кривошукский Д.А., Мяло Е.Г.* Биогеография с основами экологии. М.: ИКЦ "Академкнига", 2003. 408 с.
12. *Воронов Г.А.* Проблемы созологии и охраны природы. Пермь, 1989. 36 с.
13. *Воронов Г.А.* География мелких млекопитающих южной тайги Приуралья, Средней Сибири и Дальнего Востока (антропогенная динамика фауны и населения). Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1993. 222 с.
14. *Воронов Г.А., Манташев М.А.* К определениям и основным понятиям экологии/ Геология Западного Урала на пороге XXI в. Пермь, 1999. 304 с.
15. *Гаев А.Я.* Охрана окружающей среды введение в геоэкологию. Пермь, 2001. 244 с.
16. *Гаев А.Я., Минькевич И.И., Зубрицкий А.* Краткий словарь по экологии и геоэкологии: пособие по курсам « Экология » и « Геоэкология » для студентов естественных и строительных вузов. Пермь, 2001. 114 с.
17. *Гирусов Э.В.* Система « общество – природа »: проблемы социальной экологии. М.: Изд-во МГУ, 1976. 169 с.

18. *Голубев В.С.* Введение в синтетическую эволюционную экологию. М.: Папирус Про, 2001. 318 с.
19. *Голубев Г.Н.* Геоэкология. М.: Геос, 1999. 338 с.
20. *Голубев Г.Н.* Глобальные изменения в экосфере. М.: Желдориздат, 2002. 366 с.
21. *Горбатовский В.В., Рыбальский Н.В.* Здоровье человека и окружающая среда. // Экологический вестник России. 1995. 60 с.
22. *Гориков С.П.* Концептуальные основы геоэкологии. Смоленск, 1998. 448 с.
23. *Железнов Ю.Д., Абрамян Э.А., Новикова С.Т.* Человек в природе и обществе. Введение в эколого-философскую антропологию. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. 300 с.
24. *Коммонер Б.* Технология прибыли. М.: Мысль, 1976. 112 с.
25. *Комов С.В.* Введение в экологию. Десять общедоступных лекций. Екатеринбург, 1999. 166 с.
26. *Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорик А.П.* Экология. М.: Дрофа, 1995. 240 с.
27. *Куражсковский Ю.Н.* Очерки природопользования. М.: Мысль, 1969. 268 с.
28. *Куражсковский Ю.Н., Смоловик И.К., Тараненко Л.И.* Периодическая система экологических условий суши. Ротов-на-Дону, 1976. 6 с.
29. *Лапо А.В.* Следы былых биосфер. М.: Знание, 1979. 176 с.
30. *Львович М.И.* Вода и жизнь. М., 1987. 254 с.
31. *Максимов В.Ф., Стадницкий Г.В.* Введение в специальность. Л.: Химия, 1998. 168 с.
32. *Марцинкевич Г.И.* Использование природных ресурсов и охрана природы. Минск, 1977. 198 с.
33. *Медоуз Д.* Пределы роста. М.: Изд-во МГУ, 1991. 205 с.
34. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г.* Экология России. М.: АО МДС, Юнисам, 1995. 232 с.
35. *Михеев А.В., Галушин В.М., Гладков Н.А., Иноземцев А.А., Константинов В.М.* Охрана природы: учебник для студентов биологических специальностей педагогических институтов. 3-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1987. 256 с.
36. *Молчанов А.А.* Влияние леса на окружающую среду. М.: Наука, 1973. 360 с.
37. Наше общее будущее. Доклад Международной комиссии по окружающей среде и развитию (МКОСР). М.: Прогресс, 1989. 376 с.
38. *Небел Б.* Наука об окружающей среде. М., 1993. 410 с. Т. 1 и 2.
39. *Никитин Д.П., Новиков Ю.В.* Окружающая среда и человек. М.: Высшая школа, 1980. 424 с.

40. *Одум Ю.* Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
41. *Одум Ю.* Экология. М.: Мир, 1986. 328 с. В 2-х томах.
42. *Протасов В.Ф.* Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России: учеб. и справ. пособие. М.: Финансы и статистика. 672 с.
43. *Прохоров Б.Б.* Экология человека: понятийно-терминологический словарь. М.: Изд-во МНЭПУ, 1999. 346 с.
44. *Разумовский В.М.* Природопользование: учебник. СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003. 292 с.
45. *Реймерс Н.Ф.* Азбука биосферы. Микроэнциклопедия биосферы. М., 1980. 208 с.
46. *Реймерс Н.Ф.* Природопользование: словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
47. *Реймерс Н.Ф.* Экология. М.: Россия молодая, 1994. 367 с.
48. *Стурман В.И.* Геоэкология и природопользование: курс лекций. Ижевск: Изд. дом "Удмуртский ун-т", 1999. 246 с.
49. *Сукачев В.Н.* Идея развития в фитоценологии. //Журн. Советская ботаника. 1942. №1 – 3. С. 5 – 17.
50. *Харрисон Дж., Уайнер Дж., Барникот Н., Рейнолдс В.* Биология человека. М.: Мир, 1979. 612 с.
51. *Хачатуров Т.С.* Экономика природопользования. М.: Наука, 1987. 254 с.
52. Экология, охрана природы и экологическая безопасность: учеб. пособие/ под общ. ред. проф. В.И. Данилова-Данильяна. М.: Изд-во МНЭПУ, 1997. 744 с.

Учебное издание

Георгий Анатольевич Воронов

ВВЕДЕНИЕ В ЭКОЛОГИЮ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Учебное пособие

Редактор Л.Г. Подорова
Компьютерная верстка: А.В. Илюшина, Д.Н. Андреев
Фотоматериалы: В.А. Акимов

Подписано в печать 28.03.2006. Формат 60х90 1/16.
Бум. ВХИ. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7. Уч.-изд. л. 8,1.
Тираж 300 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел Пермского университета
614990. Пермь, ул. Букирева, 15

Типография Пермского университета
614990. Пермь, ул. Букирева, 15