

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология»

Н. В. Овсянник, Т. С. Юфанова, В. Г. Якимченко

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ
Пособие
по одноименному курсу
для студентов всех специальностей
заочной формы обучения

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2009

УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73
О-34

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 16.06.2007 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
Т. В. Алферова

Овсянник, Н. В.

О-34 Основы экологии : пособие по одноим. курсу для студентов всех специальностей заоч. формы обучения / Н. В. Овсянник, Т. С. Юфанова, В. Г. Якимченко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 45 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-831-2.

На современном научном уровне излагаются основные проблемы общей экологии, раскрывается учение о биосфере, экологических факторах, био- и геосистемах различных рангов, рассматриваются вопросы прикладной экологии и охраны природы, экологические аспекты взаимодействия общества и природы на глобальном и региональном уровнях, влияние отдельных видов хозяйственной деятельности человека на окружающую среду и различных факторов на здоровье человека.

Для студентов всех специальностей заочной формы обучения

**УДК 574(075.8)
ББК 20.1я73**

ISBN 978-985-420-831-2

© Овсянник Н. В., Юфанова Т. С.,
Якимченко В. Г., 2009
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие написано в соответствии с программой, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь.

В пособии излагаются основные проблемы современной общей экологии. На современном научном уровне последовательно раскрывается учение о биосфере, экологических факторах, био- и геосистемах различных рангов. Рассматриваются вопросы прикладной экологии и охраны природы; экологические аспекты взаимодействия общества и природы на глобальном и региональном уровнях; влияние отдельных видов хозяйственной деятельности человека на окружающую среду и различных факторов на здоровье человека.

Формирование высокой экологической культуры – одно из важнейших условий общественного и научно-технического прогресса. Экологические знания являются основой формирования экологической культуры.

Экологическое образование предполагает:

- усвоение основных идей, понятий, раскрывающих взаимодействие общества и природы;
- формирование ценностных экологических знаний;
- развитие потребности общения с природой, стремление к познанию реального мира в единстве с нравственно-эстетическими переживаниями;
- соблюдение норм и правил поведения в природе, исключая нанесения ей вреда;
- овладение практическими знаниями и умениями по изучению и оценке состояния окружающей среды, принятие правильных решений по ее улучшению, недопущение негативных воздействий на природу во всех сферах хозяйствования (промышленность, сельское хозяйство, транспорт, рекреация).

1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИИ

Экология (от греч. *oikos* – дом, жилище и *logos* – учение) – наука, изучающая условия существования живых организмов и взаимосвязи между организмами и средой, в которой они обитают. Изначально экология развивалась как составная часть биологической науки, в тесной связи с другими естественными науками – химией, физикой, геологией, географией, почвоведением, математикой.

Предметом экологии является совокупность или структура связей между организмами и средой. Главный объект изучения в экологии – *экосистемы*, т. е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания. Кроме того, в область ее компетенции входит изучение *отдельных видов организмов* (организменный уровень), их *популяций*, т. е. совокупностей особей одного вида, (*популяционно-видовой* уровень) и *биосферы* в целом (*биосферный* уровень).

Основной, традиционной, частью экологии как биологической науки является *общая экология*, которая изучает общие закономерности взаимоотношений любых живых организмов и среды (включая человека как биологическое существо).

В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

– *аутэкологию*, исследующую индивидуальные связи отдельного организма (виды, особи) с окружающей его средой;

– *популяционную экологию* (демоэкологию), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдельных видов. Популяционную экологию рассматривают и как специальный раздел аутэкологии;

– *синэкологию* (биоценологию), изучающую взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования, т. е. различают *экологию животных*, *экологию растений* и *экологию микроорганизмов*. Экология как наука основана на разных отраслях биологии (физиология, генетика, биофизика), связана с другими науками (физика, химия, математика, география, геология), использует их методы и термины. В связи с этим появились в последние годы понятия «географическая экология», «химическая экология», «математическая экология», «космическая экология», и «экология человека». Взаимоотношениями человека и машины в условиях промышленных предприятий занимается охра-

на труда.

Задачи экологии весьма многообразны. В общетеоретическом плане к ним относятся:

- разработка общей теории устойчивости экологических систем;
- изучение экологических механизмов адаптации к среде;
- исследование регуляции численности популяций;
- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;
- исследование продукционных процессов;
- исследование процессов, протекающих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;
- моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов.

Основные прикладные задачи, которые экология должна решать в настоящее время, следующие:

- прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий в окружающей природной среде под влиянием деятельности человека;
- улучшение качества окружающей природной среды;
- сохранение, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов;
- оптимизация инженерных, экономических, организационно-правовых, социальных и иных решений для обеспечения экологически безопасного устойчивого развития, в первую очередь в экологически наиболее неблагополучных районах.

Стратегической задачей экологии считается развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество как неотъемлемую часть биосферы.

2. БИОСФЕРА. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ БИОСФЕРЫ

Перед современным обществом стоит задача сохранить природные богатства сегодня и предупредить отрицательные последствия в будущем. Для этого необходимо изучить многообразные процессы, постоянно протекающие в природе. Основой является учение о биосфере Земли.

Биосфера (от греч. *bios* – жизнь) – часть Земли, в которой развивается жизнь организмов, населяющих поверхность суши, нижние слои атмосферы и гидросферу.

Таким образом, биосфера включает в себя:

- живые организмы (растения, животные, микроорганизмы);
- тропосферу (нижний слой атмосферы);
- гидросферу (океаны, моря, реки и т. д.);
- литосферу (верхняя часть земной коры).

Возраст биосферы приблизительно 4млрд лет.

Термин «биосфера» введен в 1875 г. австрийским геологом Зюссом. Основоположник современного учения – русский ученый Вернадский Владимир Иванович (1863–1945 гг.).

Суть этого учения: биосфера – это качественно своеобразная оболочка Земли, развитие которой в значительной мере определяется деятельностью живых организмов.

Биосфера представляет собой результат взаимодействия живой и неживой природы. Элементы неживой природы связаны воедино с помощью живых организмов.

Нижняя часть биосферы опускается на 3 км на суше и на 2 км ниже дна океана. Верхняя граница – озоновый слой, выше которого УФ излучения солнца исключают органическую жизнь. Основой органической жизни является углерод (рис. 2.1).

Решающее значение в истории образования биосферы имело появление на Земле растений, которые в процессе *фотосинтеза* синтезируют органические вещества из CO_2 и H_2O под действием солнечного света. В результате фотосинтеза ежегодно образуется 100 млрд тонн органического вещества. Именно благодаря растениям на Земле получили развитие различные виды животных и осуществляется обмен веществ и энергий между живой и неживой природой.

Основой динамического равновесия и устойчивости биосферы являются кругооборот веществ и превращение энергии.

Вернадский В. И. выделяет в биосфере семь глубоко отличных и в то же время генетически связанных частей:

- 1) живое вещество – живые организмы;
- 2) биогенное вещество – продукты жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, нефть и т. п.);
- 3) косное вещество – горные породы (минералы, глины);
- 4) биокосное вещество – продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почвы, ил, природные воды);
- 5) радиоактивные вещества, получающиеся в результате распада радиоактивных элементов (радий, уран, торий и т. д.);

6) рассеянные атомы (химические элементы), находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии;

7) вещество космического происхождения – метеориты, протоны, нейтроны, электроны.

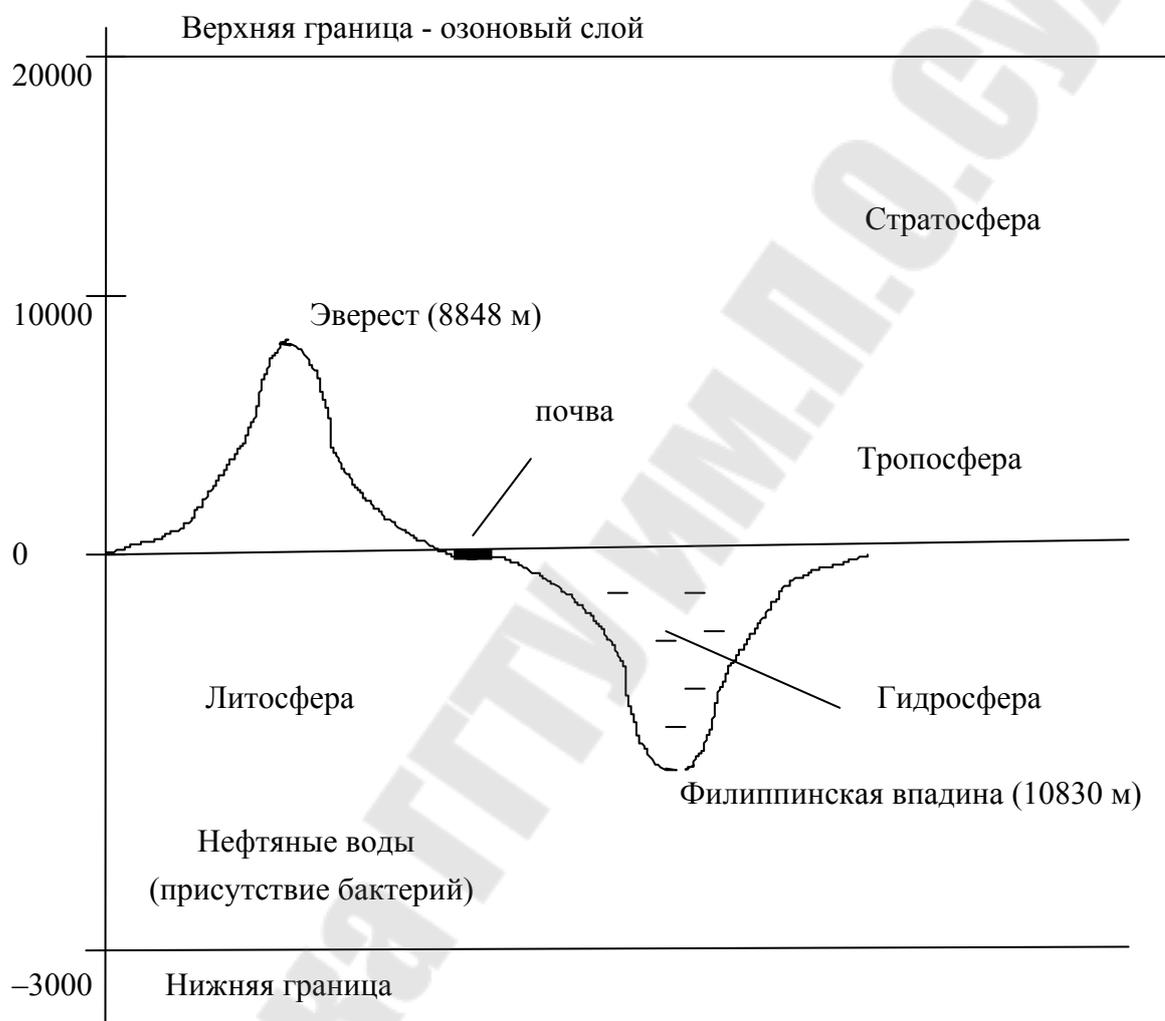


Рис. 2.1. Схема строения биосферы

Живое вещество – это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере.

Живое вещество нашей планеты существует в виде огромного множества организмов разнообразных форм и размеров. В настоящее время на Земле существует более 2 млн организмов, из них 0,5 млн – растения, 1,5 млн – животные и микроорганизмы (из них 1 млн насекомых).

Биомасса организмов Земли

| Среда | Организмы | Масса, 10^{12} т | % |
|-----------|----------------|--------------------|-------|
| Суша | Растения | 2,4 | 99,04 |
| | Животные | 0,02 | 0,825 |
| Океаны | Растения | 0,0002 | 0,008 |
| | Животные | 0,003 | 0,124 |
| Суммарный | Общая биомасса | 2,4232 | 100 |

В процессе развития биосферы выделяют 3 этапа:

1. Биосфера – воздействие человека на природу незначительно. Возраст человечества примерно 1,5 млн лет.

2. Биотехносфера – результат длительной эволюции органического мира и неживой природы.

3. Ноосфера – сфера разума (высшая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным, определяющим фактором развития).

3. КРУГООБОРОТ ВЕЩЕСТВ В БИОСФЕРЕ

Процессы фотосинтеза органических веществ продолжают сотни миллионов лет. Но поскольку Земля конечное физическое тело, то любые химические элементы также физически конечны. За миллионы лет они должны, казалось бы, оказаться исчерпанными. Однако этого не происходит. Более того, человек постоянно интенсифицирует этот процесс, повышая продуктивность созданных им экосистем.

Все вещества на нашей планете находятся в процессе биохимического кругооборота веществ. Выделяют 2 основных кругооборота большой, или геологический, и малый, или химический.

Большой кругооборот длится миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течение длительного времени приводят к возвращению на сушу этих веществ. И процессы начинаются вновь.

Малый кругооборот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и заключается в том, что питательные вещества

почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы. Продукты распада почвенной микрофлоры вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям и вновь вовлекаются в поток вещества.

Кругооборот химических веществ из неорганической среды через растения и животные обратно в неорганическую среду с использованием солнечной энергии химических реакций называется *биохимическим циклом*.

Кругооборот углерода

Сложный механизм эволюции на Земле определяется химическим элементом «углерод». Углерод – составная часть скальных пород и в виде CO_2 – часть атмосферного воздуха. Источники CO_2 – вулканы, дыхание, лесные пожары, сжигание топлива, промышленность и др.

Атмосфера интенсивно обменивается CO_2 с мировым океаном, где его в 60 раз больше, чем в атмосфере, т. к. CO_2 хорошо растворяется в воде (чем ниже температура – тем выше растворимость, т. е. CO_2 больше в низких широтах). Океан действует как гигантский насос: поглощает CO_2 в холодных областях и частично «выдувает» в тропиках.

Избыточное количество CO_2 в океане соединяется с водой, образуя угольную кислоту. Соединяясь с Ca, K, Na, образует стабильные соединения в виде карбонатов, которые оседают на дно.

Фитопланктон в океане в процессе фотосинтеза поглощает CO_2 . Умирая, организмы попадают на дно и становятся частью осадочных пород. Это показывает взаимодействие большого и малого кругооборота веществ.

Углерод C из молекулы CO_2 в ходе фотосинтеза включается в состав глюкозы, а затем в состав более сложных соединений, из которых построены растения. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых организмов в экосистеме и возвращаются в окружающую среду в составе CO_2 .

Также углерод присутствует в нефти и угле. Сжигая топливо, человек также завершает цикл углерода, содержащегося в топливе – так возникает биотехнический кругооборот углерода.

Оставшаяся масса углерода находится в карбонатных отложениях дна океана ($1,3 \cdot 10^{16}$ т), в кристаллических породах ($1 \cdot 10^{15}$ т), в угле и нефти ($3,4 \cdot 10^{15}$ т). Этот углерод принимает участие в экологическом кругообороте. Жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы

поддерживается относительно небольшим количеством углерода ($5 \cdot 10^9$ т).

Кругооборот фосфора

Этот элемент входит в состав генов и молекул, переносящих энергию внутри клеток, в костную ткань. В различных минералах фосфор содержится в виде ионов PO_4^{3-} . Фосфаты растворимы в воде, но не летучи. Растения поглощают ионы PO_4^{3-} из водного раствора и включают в состав различных органов соединений. По пищевым цепям он переходит от растений к другим организмам. На каждом этапе фосфор может быть выведен из организма в составе мочи.

В кругообороте углерода есть газообразная фаза (CO_2), у фосфора – газовой фазы нет.

Фосфаты циркулируют в экосистеме лишь в том случае, если содержащиеся фосфор отходы жизнедеятельности откладываются в местах поглощения данного элемента. В естественных экосистемах так и происходит. Фосфор может также поступать с моющими средствами и удобрениями.

Кругооборот азота

Азот входит в состав белков. Кругооборот азота несколько сложен, т. к. он включает газообразную и минеральную фазу.

Основная часть азота находится в воздухе (78 %). Однако растения не могут усваивать азот непосредственно, а только в виде ионов NH_4^+ и NO_3^- .

Существуют бактерии и сине-зеленые водоросли, способные превращать газообразный азот в ионы. Важнейшую роль среди азотфиксирующих организмов играют бактерии, живущие на клубеньках бобовых растений. Растения обеспечивают бактерии местообитанием и пищей (сахарами), получая от них взамен доступную форму азота. По пищевым цепям органический азот передается от бобовых к другим организмам экосистемы. Органические соединения азота после гибели организмов при помощи бактерий разлагаются до аммиака и нитратов (NO_3). Нитраты частично вновь поглощаются растениями, частично восстанавливаются до N_2 , вновь поступающего в атмосферу.

Насколько регулярно осуществляется кругооборот любого элемента, зависит продуктивность экосистемы, что важно для сельского хозяйства и выращивания лесов. Вмешательство человека нарушает процессы кругооборота. Вырубка леса и сжигание топлива влияет на кругооборот углерода.

Считается, что время переноса углерода – 8 лет, азота – 110 лет, кислорода – 2500 лет.

Кругооборот воды

Нам знакомы три состояния воды: твердое (лед), жидкое (собственно вода), газообразное (водяной пар). Количество водяного пара в воздухе определяют как влажность, обычно в процентах.

Главный источник поступления воды – атмосферные осадки, а главный источник расхода – испарение.

Продолжительность кругооборота: океан (3000 лет), подземные воды (5000 лет), полярные ледники (8500 лет), озера (17 лет), реки (10 дней), вода в живых организмах – несколько часов.

Океаны занимают 70 % поверхности Земли, поэтому вода попадает в воздух, главным образом, испаряясь с поверхности океана. Испарение идет с поверхности озер, рек, почвы и т. д.

Когда воздух, максимально насыщенный водяным паром, охлаждается, то вода конденсируется: ее молекулы соединяются в капельки. В атмосфере вода конденсируется на частичках пыли, в результате чего образуются туман и облака. Когда эти капли или кристаллики льда становятся достаточно крупными, то идет дождь или снег.

Вода, попадающая на землю, или впитывается в почву или стекает по ней. По поверхности вода стекает в ручьи, реки, далее в океан, где происходит испарение. Вода, впитавшаяся в почву, или удерживается в почве в количестве, зависящем от водоудерживающей способности почвы, и возвращается в атмосферу при испарении, или просачивается вниз по трещинам под действием силы тяжести, достигая непроницаемого слоя горной породы, накапливается и называется грунтовыми водами. Далее вода вытекает на поверхность и образует родники, а родники питают ручьи и т. д.

При испарении в воздух поднимаются только молекулы воды, а соли и другие вещества остаются на земле. Когда водяной пар конденсируется, из него образуется только вода. Таким образом, земля и атмосфера работают как гигантский опреснитель и очиститель.

4. ПОНЯТИЯ «СРЕДА» И «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ»

Распространение организмов в пространстве определяется условиями среды, в которой они обитают. *Среда* – это природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных отношениях. Окружающая организм среда характеризуется огромным

разнообразием, слагаясь из множества динамичных во времени и пространстве элементов, явлений, условий, которые рассматриваются в качестве факторов.

Экологический фактор – это любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. В свою очередь организм реагирует на экологический фактор приспособительными реакциями.

Экологические факторы среды, с которыми связан любой организм, делятся на 2 категории:

- 1) факторы неживой природы (абиотические);
- 2) факторы живой природы (биотические).

Абиотические:

- климатические (свет, влага, давление, температура, движение воздуха);
- почвенные (состав, влажность, плотность, воздухопроницаемость);
- орографические (рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- химические (составы газового воздуха, солевой состав воды, кислотность).

Биотические:

- фитогенные (растения);
- зоогенные (животные);
- микробиогенные (вирусы, бактерии);
- антропогенные (деятельность человека).

5. ПОПУЛЯЦИЯ, ЕЕ СТРУКТУРА И ДИНАМИКА

Особи одного вида живут не изолированно, а образуют группировки, которые называются популяциями. *Популяции* – это совокупность особей одного вида, в течение большого числа поколений населяющих определенное пространство, внутри которого особи могут обмениваться генетической информацией. Популяция функционирует как часть биотического сообщества и является элементарной единицей эволюционного прогресса, формой существования вида. Носителем популяции является группа, но не особи в этой группе. Популяция как совокупность особей одного вида выступает надорганизменной биологической макросистемой.

Каждая популяция отличается структурой и функциями. *Структура популяции* характеризуется возрастом, соотношением полов, чис-

ленностью, распределением в пространстве (дисперсией). Для каждой популяции характерны рост, развитие, поддержание существования в условиях изменяющейся внешней среды и др. Структура популяции определяется соответствием условий местообитания требованиям составляющих популяцию организмов. Различают элементарную (локальную), экологическую и географическую популяции. *Элементарная популяция* – это совокупность особей вида в пределах разнородных условий в биогеоценозе. *Экологическая популяция* – это совокупность элементарных популяций в пределах одного биогеоценоза.

Географическая популяция состоит из экологических популяций и охватывает группу особей, населяющих пространство с географически однородными условиями существования, в пределах которой наблюдается единый ритм жизненных явлений и другие функциональные особенности. В качестве синонима географической популяции используется понятие географической расы (подвид). Границы и размеры популяций определяются не только особенностями заселяемой территории, но и свойствами самой популяции. Чем большую площадь занимает вид и чем большее количество популяций разных уровней здесь размещается, тем более жизнеспособным и устойчивым к изменяющимся условиям внешней среды оказывается данный вид.

Основными характеристиками популяции являются численность и плотность особей.

Численность популяции – это общее количество входящих в нее особей. Увеличению численности способствует размножение, а сокращению – смертность. Численность популяций зависит от постоянно действующих экологических факторов и биологической специфичности каждого вида.

Плотность популяций – это количество особей на единицу пространства. Ее выражают числом особей или биомассой популяции на единицу площади или объема (500 деревьев на 1 га, 300 кг рыбы на 1 га водной поверхности). Различают среднюю плотность (численность или биомассу на единицу всего пространства) и экологическую плотность (численность или биомассу на единицу обитаемого пространства).

Изменение численности и плотности популяций зависит от плодовитости, смертности и способности особей к миграциям.

Плодовитость – это способность популяции к увеличению численности. В живых организмах заложена огромная энергия к размножению. Например, бактерия делится каждые 20 мин, и за 36 ч при благоприятных условиях она могла бы дать потомство, которое

сплошным слоем покрыло бы нашу планету. Однако в природе этого не происходит, т. к. существует комплекс лимитирующих факторов которые приводят к снижению продуктивности. *Максимальная физиологическая рождаемость* – это теоретический максимум скорости появления новых особей в идеальных условиях (лимитирующие экологические факторы отсутствуют). *Экологическая рождаемость* (или просто рождаемость) – это увеличение численности популяции при фактических условиях среды. Эта величина непостоянная и зависит от структуры популяции и условий среды.

Важной характеристикой популяции является ее *возрастной состав*, который оказывает влияние как на рождаемость, так и на смертность. В быстрорастущих популяциях значительный удельный вес принадлежит молодым особям, в стабильных – возрастное соотношение более равномерное, а в сокращающихся преобладают старые особи. В популяции условно выделяют три возрастные группы: *пре-репродуктивную, репродуктивную и пострепродуктивную*. Длительность каждой возрастной группы по отношению к общей продолжительности жизни сильно изменяется у разных видов.

6. БИОГЕОЦЕНОЗ. ЭКОСИСТЕМА

В природе популяции разных видов интегрируются в макросистемы более высокого ранга – сообщества или биоценозы. *Биоценоз* (от греч. *bios* – жизнь, *koinos* – общий) – это организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды.

Термин «биоценоз» был введен в 1877 г. Мебиусом К., который определял его как комплекс организмов, занимающих определенный участок арены жизни. Однако биоценоз не может развиваться вне среды, пространства, экотопа, т. е. участка земной поверхности с определенными абиотическими условиями, на котором существует биоценоз. В пределах экотопа пространство характеризуется однородностью абиотических условий: климата, почв, грунтов, вод. Любой биоценоз с экотопом образует макросистему более высокого ранга – биогеоценоз. Сукачев В. Н. впервые ввел понятие «биогеоценоз» и дал его определение. *Биогеоценоз* – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов), имеющая свою особую специфику взаимодействия слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществ

вом и энергией между собой и другими явлениями природы, представляющая собой внутреннее противоречивое диалектическое единство, находящееся в постоянном движении и развитии.

Среди факторов, воздействующих на биогеоценоз, первостепенное значение имеют космические (солнечная радиация), атмосферные (осадки, ветер), гидрологические, орографические, биогенные и антропогенные.

Понятие «экосистема» было предложено в 1935 г. Тенсли А. Это понятие не имеет строгого толкования. В качестве экосистемы можно рассматривать и каплю воды, и дупло дерева, и биогеоценоз (как экосистему одного фитоценоза), и всю биосферу (как экосистему всех живых организмов). *Экосистемой* называют совокупность физико-химических биологических компонентов, с помощью которой осуществляется биотический круговорот веществ, движущийся благодаря направленному потоку энергии.

При рассмотрении экосистемы с функциональных позиций можно выделить три крупных блока:

- 1) радиация Солнца (источник энергии);
- 2) масса неживых компонентов;
- 3) масса живых компонентов.

Между этими блоками существуют вещественно-энергетические и информационные взаимосвязи. Живые организмы подразделяются на три группы: продуценты, консументы и редуценты. К *продуцентам* (от лат. *producens* – производящий, создающий) относят автотрофные зеленые растения, которые в процессе фотосинтеза создают органическое вещество (первичную биологическую продукцию), где энергия фотонов преобразуется в энергию химических связей. В продуктах фотосинтеза ежегодно запасается $20,9 \cdot 10^{22}$ кДж. *Консументы* (от лат. *consumo* – потребляю) питаются созданными продуцентами органическими соединениями. Они разделяются на три группы:

- аконсументы первого порядка (растительноядные животные);
- консументы второго порядка (питаются консументами первого порядка – плотоядные);
- консументы третьего порядка (живут за счет консументов второго порядка). Консументы второго и третьего порядков представлены либо хищниками, либо паразитами животных, ведущими в основном неподвижный образ жизни.

Редуценты (от лат. *reducens* – возвращающий, восстанавливающий) разлагают органическое вещество до неорганического, которое используют другие организмы – продуценты.

7. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ. ОБЩИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Человечество развивается, совершенствуется в процессе взаимодействия с природой. Человек добывает и перерабатывает полезные ископаемые, обрабатывает землю, использует готовые биологические ресурсы, берет от природы все необходимое, одновременно изменяя ее, создает для себя новые материальные ценности. Остановить процесс использования природы и ее ресурсов невозможно, как невозможно повернуть историю вспять.

Природопользование – это удовлетворение различных потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов.

Воздействие человека на окружающую среду может быть как *осознанным*, так и *стихийным*, случайным. *Прямое* воздействие связано с непосредственным влиянием человека на природу и природные компоненты в процессе природопользования. К нему относятся промыслы (охота, рыбная ловля, сбор дикорастущих ягод, грибов), промышленное и сельскохозяйственное производство (осушение, орошение, создание искусственных водоемов и др.). *Косвенное* воздействие обусловлено взаимодействием компонентов и элементов природы. Например, вырубая леса (прямое воздействие), человек влияет на изменение глубины залегания грунтовых вод, климата, ухудшает условия жизни для многих видов растений и животных, содействует развитию эрозий почвы и т. д.

Чаще всего встречается комбинированное воздействие человека на природу. В зависимости от форм воздействия возникают разной степени сложности проблемы защиты того или другого ресурса природы (при прямом воздействии ресурс защитить легче).

Различают рациональное и нерациональное природопользование. Рациональное природопользование предполагает разумное освоение природных ресурсов, предупреждение вредных воздействий человеческой деятельности, поддержание и повышение продуктивности труда и привлекательности природных комплексов и отдельных природных объектов. При рациональном природопользовании улуч-

шаются условия жизни людей. В Законе Республики Беларусь «О защите окружающей среды» сказано, что «рациональное использование природных ресурсов с учетом возможностей окружающей среды, необходимости обновления природных ресурсов и недопущения необратимых результатов для окружающей среды и здоровья» является одним из основных принципов охраны окружающей среды.

К важнейшим *принципам рационального природопользования* относятся:

- а) соответствие характера и способа использования природных ресурсов конкретным местным условиям;
- б) предвидение и предотвращение негативных последствий природопользования;
- в) повышение интенсивности и комплексности использования природных ресурсов;
- г) сохранение научной и эстетической ценности природы;
- д) уменьшение потерь природных ресурсов;
- е) всемирная «экологизация» общественного производства.

Рациональное природопользование включает *комплекс мероприятий*, которые направлены:

- на полное прекращение загрязнения воздуха, почв, вод вредными веществами путем разработки безотходных и малоотходных технологий и разумного применения минеральных удобрений и пестицидов в сельском и лесном хозяйствах;
- рациональное использование всех видов природных ресурсов, предусматривающее обновление биологических и экономное использование невозобновляемых ресурсов;
- целенаправленное преобразование природных условий на значительных территориях (регулирование речного стока, мелиоративные работы, полезащитные и водозащитные лесопосадки, создание парков и др.);
- сохранение генофонда растений и животных, проведение научных исследований по повышению биологической продуктивности природных комплексов.

8. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Классификация природных ресурсов приобретает важное значение в связи с организацией экологического планирования и прогнозирования.

Природные ресурсы – это тела и вещества (или их совокупность), а также виды энергии, которые непосредственно исполь-

зуются для удовлетворения потребностей человеческого общества. В отличие от природных ресурсов природные условия – это тела и силы природы, которые важны для жизни и деятельности общества, но непосредственно в производстве не участвуют. К природным условиям относятся рельеф, геологическое строение, климат и др. Однако это подразделение в значительной степени является условным и многие тела и силы природы одновременно являются и ресурсами, и условиями. Так, климат является и условием, и ресурсом.

От количества и качества природных ресурсов во многом зависят уровень экономического развития страны и благосостояние людей.

К природным ресурсам относятся воздух, вода, почва, солнечная и космическая радиация, полезные ископаемые, растительный и животный мир и др.

Выделены две основные группы природных ресурсов:

1) непосредственные источники существования людей, их воспроизводства;

2) источники средств материального производства, важнейшие факторы его развития.

Внутри первой группы выделяются ресурсы, жизненно необходимые для человека (воздух, вода, пища и др.), и ресурсы непродовольственного назначения (рекреационные, оздоровительные, эстетические). Ко второй группе относятся ресурсы, непосредственно потребляемые в материальном производстве (сырье, энергия, металлы), и ресурсы, используемые, но не изымаемые из природной среды (например, вода для речного транспорта).

По *характеру воздействия человека* природные ресурсы подразделяются:

а) на исчерпаемые (невозобновляемые (полезные ископаемые), частично возобновляемые (леса, почвы), возобновляемые (растительный и животный мир));

б) неисчерпаемые (космические (солнечная радиация, энергия морских приливов), водные, климатические (атмосферный воздух, энергия ветра)).

По *природной классификации* ресурсы подразделяют на минеральные, климатические, водные, земельные, биологические (растительные и животные).

Естественные природные ресурсы в зависимости от использования подразделяются на следующие группы:

а) применяются в качестве средств труда (земля, водные пути);

- б) источники энергии (воды, атомное топливо, полезные ископаемые);
- в) сырье и материалы (минералы, леса);
- г) предметы потребления (питьевая вода, дикорастущие растения, дикие животные и др.);
- д) рекреации.

По *экономической классификации* выделяются промышленные, сельскохозяйственные и ресурсы непродуцированной сферы.

9. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Под *качеством окружающей природной среды* понимают степень соответствия ее характеристик потребностям людей и технологическим требованиям. В основу всех природоохранных мероприятий положен принцип *нормирования качества окружающей природной среды*. Этот термин означает установление нормативов (показателей) предельно допустимых воздействий человека на окружающую природную среду.

Соблюдение экологических нормативов, т. е. нормативов, которые определяют качество природной среды, обеспечивает:

- экологическую безопасность населения;
- сохранение генетического фонда человека, растений и животных;
- рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития.

Чем меньше пороговая величина экологических нормативов, тем выше качество окружающей природной среды. Однако более высокое качество требует соответственно больших затрат, эффективных технологий и высокочувствительных средств контроля. Поэтому нормативы качества окружающей природной среды по мере подъема уровня развития общества имеют тенденцию к ужесточению.

Основные экологические нормативы качества и воздействия на окружающую природную среду:

- *санитарно-гигиенические*:
 - предельно допустимая концентрация вредных веществ (ПДК);
 - допустимый уровень физических воздействий (шума, вибрации, ионизирующих излучений и др.)
- *производственно-хозяйственные*:
 - допустимый выброс вредных веществ;

- допустимый сброс вредных веществ;
- допустимое изъятие компонентов природной среды;
- норматив образования отходов производства и потребления;
- *комплексные показатели*:
- допустимая антропогенная нагрузка на окружающую природную среду.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – представляет собой количество загрязнителя в почве, воздушной или водной среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. В последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнения на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнений на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

– Для нормирования содержания вредного вещества в атмосферном воздухе установлены два норматива – разовый и среднесуточный ПДК. *Максимально разовая предельно допустимая концентрация* (ПДКм.р.) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 30 минут рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др). *Среднесуточная предельно допустимая концентрация* (ПДКс.с.) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом воздействии (годы).

При содержании в воздухе нескольких загрязняющих веществ, обладающих *суммацией действия* (синергизмом), например, диоксидов серы и азота; озона, диоксида азота и формальдегида, сумма их концентраций не должна превышать при расчете единицы:

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1,$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации вредных веществ в воздухе или воде, мг/м³; $\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$ – максимально разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м³.

Под предельно допустимой концентрацией вредного вещества *в почве* (ПДК, мг/кг) понимают такую максимальную концентрацию, которая не может вызвать прямого или косвенного влияния на среду, нарушить самоочищающую способность почвы и оказать отрицательное воздействие на здоровье человека.

Для *водной среды* ПДК загрязняющих веществ означает такую концентрацию этих веществ в воде, выше которой она становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования. ПДК загрязняющих веществ устанавливается отдельно для питьевых вод и рыбохозяйственных водоемов.

Требования к качеству вод в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, специфичны и в большинстве случаев более жестки, чем таковые для водных объектов хозяйственно-бытового назначения. Так, рыбохозяйственные ПДК для ряда моющих веществ в три раза ниже санитарных норм, нефтепродуктов – в шесть раз, а тяжелых металлов (цинка) – даже в сто раз. Объяснить это ужесточение требований к качеству воды в рыбохозяйственных водоемах нетрудно, если вспомнить, что при переходе вредных веществ по пищевой (трофической) цепи происходит их биологическое накопление до опасных для жизни количеств.

Допустимый уровень радиационного воздействия на окружающую среду – это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ определяется на основании норм радиационной безопасности (НРБ-76/87), основных санитарных правил (ОСП-72/87) и санитарных норм проектирования (СН-254-71).

Установлены также предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий.

Допустимый выброс (ПДВ) или *сброс (ПДС)* – это максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается выбрасывать данному конкретному предприятию в атмосферу или сбрасывать в водоем, не вызывая при этом превышения в них предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Нормативами установлено, что если в воздухе городов или других населенных пунктов, где расположены предприятия, концентрации вредных веществ превышают ПДК, а значения допустимых выбросов по объективным причинам не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ до значений, обеспечивающих ПДК. При этом могут быть установлены *временно согласованные выбросы (ВСВ)* на уровне выбросов предприятий с наиболее совершенной или аналогичной ей технологией.

Основным комплексным нормативом качества окружающей природной среды является допустимая норма антропогенной нагрузки.

Допустимые нормы антропогенной нагрузки на окружающую среду – это максимально возможные антропогенные воздействия на природные ресурсы или комплексы, не приводящие к нарушению устойчивости экологических систем.

Потенциальная способность природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем определяется термином «*емкость природной среды*», или *экологическая емкость территории*.

Понятие о предельно допустимой антропогенной нагрузке на природную среду, по мнению Олдака П. Г. (1983), должно лежать в основе всего природопользования. В связи с этим он различает экстенсивное и равновесное природопользование. *Экстенсивное (расширяющееся) природопользование* – рост производства осуществляется за счет возрастающей нагрузки на природные комплексы, причем эта нагрузка растет быстрее, чем увеличивается масштаб производства. Экстенсивное природопользование может привести к полному разрушению природного комплекса и подобно тому, как безграничный рост биологической емкости популяции приводит к ее краху, крах потерпит и техносфера. *Равновесное природопользование* – общество контролирует все стороны своего развития, добиваясь того, чтобы совокупная антропогенная нагрузка на среду не превышала самовосстановительного потенциала природных систем.

Отсюда вытекает важный вывод о том, что регулирование качества природной среды должно начинаться с определения нагрузок, допустимых с экологической точки зрения, а региональное природопользование должно соответствовать экологической «выносливости» территории.

10. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА БИОСФЕРУ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Биосфера – весьма динамичная планетарная экосистема – во все периоды своего эволюционного развития постоянно изменялась под воздействием различных природных процессов. В результате длительной эволюции биосфера выработала способность к саморегуляции и нейтрализации негативных процессов. Достигалось это посредством сложного механизма круговорота веществ.

Главным событием эволюции биосферы признавалось приспособление организмов к изменившимся внешним условиям путем из-

менения внутривидовой информации. Гарантом динамической устойчивости биосферы в течение миллиардов лет служила естественная биота в виде сообществ и экосистем в необходимом объеме.

Однако по мере возникновения, совершенствования и распространения новых технологий (охота – земледельческая культура – промышленная революция) планетарная экосистема, адаптированная к воздействию природных факторов, все в большей степени стала испытывать влияние новых небывалых по силе, мощности и разнообразию воздействий. Вызваны они человеком, а потому называются антропогенными. Под *антропогенными воздействиями* понимают деятельность, связанную с реализацией экономических, военных, рекреационных, культурных и других интересов человека, вносящую физические, химические, биологические и другие изменения в окружающую природную среду.

Известный эколог Коммонер Б. (1974) выделял пять, по его мнению, основных видов вмешательства человека в экологические процессы:

- упрощение экосистемы и разрыв биологических циклов;
- концентрация рассеянной энергии в виде теплового загрязнения;
- рост числа ядовитых отходов от химических производств;
- введение в экосистему новых видов;
- появление генетических изменений в организмах растений и животных.

Подавляющая часть антропогенных воздействий носит *целенаправленный* характер, т. е. осуществляется человеком сознательно во имя достижения конкретных целей. Существуют и антропогенные воздействия *стихийные, произвольные*, имеющие характер последствия (Котлов, 1978). Например, к этой категории воздействий относятся процессы подтопления территории, возникающие после ее застройки, и др.

Анализ экологических последствий антропогенных воздействий позволяет разделить все их виды на положительные и отрицательные (негативные). К *положительным* воздействиям человека на биосферу можно отнести воспроизводство природных ресурсов, восстановление запасов подземных вод, полезащитное лесоразведение, рекультивацию земель на месте разработок полезных ископаемых и некоторые другие мероприятия.

Отрицательное (негативное) воздействие человека на биосферу проявляется в самых разнообразных и масштабных акциях: вырубке леса на больших площадях, истощении запасов пресных подземных вод, засолении и опустынивании земель, резком сокращении численности, а также исчезновении видов животных и растений и т. д.

Главнейшим и наиболее распространенным видом отрицательного воздействия человека на биосферу является *загрязнение*.

Загрязнением называют поступление в окружающую природную среду любых твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов или энергий (в виде звуков, шумов, излучений) в количествах, вредных для здоровья человека, животных, состояния растений и экосистем.

По *объектам загрязнения* различают загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв и т. д. В последние годы актуальными стали проблемы, связанные с загрязнением околоземного космического пространства.

Источниками антропогенного загрязнения, наиболее опасного для популяций любых организмов, являются промышленные предприятия (химические, металлургические, целлюлозно-бумажные, строительных материалов и др.), теплоэнергетика, транспорт, сельскохозяйственное производство и другие технологии. Под влиянием урбанизации в наибольшей степени загрязнены территории крупных городов и промышленных агломераций. *Природными загрязнителями* могут быть пыльные бури, вулканический пепел, селевые потоки и др.

По *видам загрязнений* выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнение.

По своим *масштабам и распространению* загрязнение может быть локальным (местным), региональным и глобальным.

Количество загрязняющих веществ в мире огромно, и число их по мере развития новых технологических процессов постоянно растет. В этом отношении «приоритет» как в локальном, так и в глобальном масштабе, ученые отдают следующим загрязняющим веществам:

- *диоксиду серы* (с учетом эффектов вымывания диоксида серы из атмосферы и попадания образующихся серной кислоты и сульфатов на растительность, почву и в водоемы);

- *тяжелым металлам*: в первую очередь свинцу, кадмию и особенно ртути (с учетом цепочек ее миграции и превращения в высокотоксичную метилртуть);

- некоторым *канцерогенным веществам*, в частности бенз(а)пирену;

- *нефти и нефтепродуктам* в морях и океанах;

- *хлорорганическим пестицидам* (в сельских районах);

- *оксиду углерода и оксидам азота* (в городах);

- *радионуклидам* и другим радиоактивным веществам.

23 мая 2001 г. в Стокгольме была принята Конвенция по стойким органическим загрязнениям (СОЗ), которая обязывает правитель-

ства ликвидировать 12 стойких канцерогенных и токсичных загрязнителей, а именно: алдрин, гептахлор, ДДТ, диэл-дрин, эндрин, хлордан, мирекс, токсафен, гексахлорбензол, поли хлорированные бифенелы, диоксины и фураны. Конвенцию подписали около 100 стран мира.

Классификация загрязнений экологических систем (рис. 10.1.):

- *ингредиентное* (минеральное и органическое) загрязнение как совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам (например, бытовые стоки, ядохимикаты, продукты сгорания и т. д.);
- *параметрическое* загрязнение, связанное с изменениями качественных параметров окружающей среды (тепловое, шумовое, радиационное, электромагнитное);
- *биоценотическое* загрязнение, вызывающее нарушение в составе и структуре популяций живых организмов (перепромысел, направленная интродукция и акклиматизация видов и т. д.);
- *стационально-деструкционное* загрязнение (станция – место обитания популяции, деструкция – разрушение), связанное с нарушением и преобразованием ландшафтов и экосистем в процессе природопользования (зарегулирование водотоков, урбанизация, вырубка лесных насаждений и пр.).

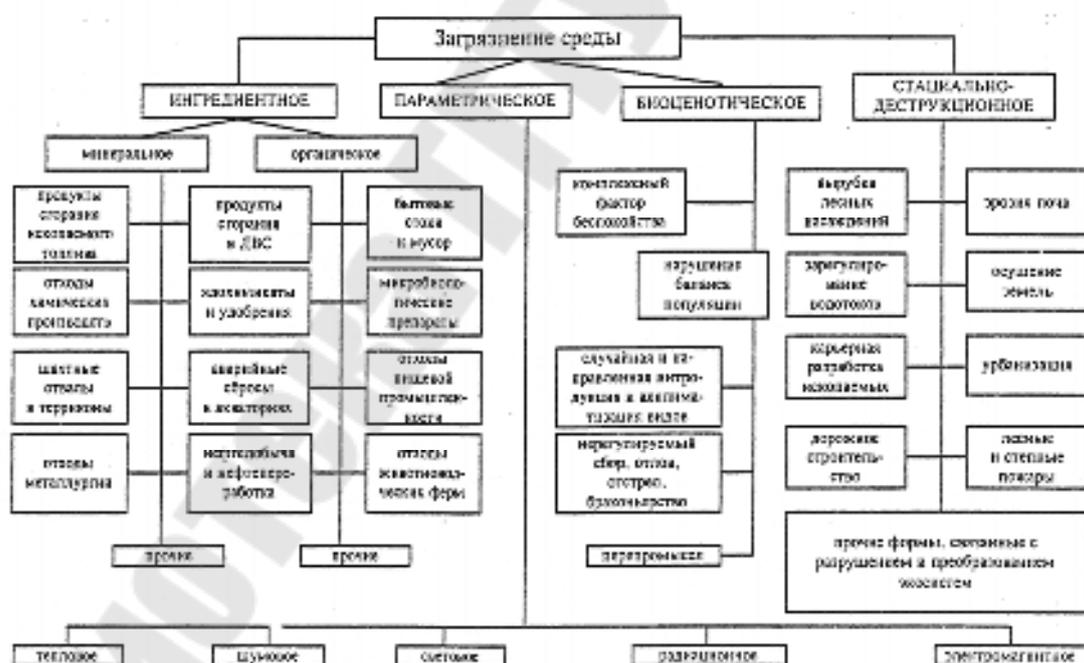


Рис. 10.1. Классификация загрязнений экологических систем

11. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ. ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Охрана атмосферного воздуха – ключевая проблема оздоровления окружающей природной среды. Атмосферный воздух занимает особое положение среди других компонентов биосферы. Значение его для всего живого на Земле невозможно переоценить. Человек может находиться без пищи пять недель, без воды – пять дней, а без воздуха всего лишь пять минут. При этом воздух должен иметь определенную чистоту и любое отклонение от нормы опасно для здоровья.

Атмосферный воздух выполняет и сложнейшую защитную экологическую функцию, предохраняя Землю от абсолютно холодного Космоса и потока солнечных излучений. В атмосфере идут глобальные метеорологические процессы, формируются климат и погода, задерживается масса метеоритов.

Атмосфера обладает способностью к самоочищению. Оно происходит при вымывании аэрозолей из атмосферы осадками, турбулентном перемешивании приземного слоя воздуха, отложении загрязненных веществ на поверхности земли и т. д. Однако в современных условиях возможности природных систем самоочищения атмосферы серьезно подорваны. Под массивированным натиском антропогенных загрязнений в атмосфере стали проявляться весьма нежелательные экологические последствия, в том числе и глобального характера. По этой причине атмосферный воздух уже не в полной мере выполняет свои защитные, терморегулирующие и жизнеобеспечивающие экологические функции.

Загрязнение атмосферного воздуха

Под загрязнением атмосферного воздуха следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Загрязнение атмосферы может быть естественным (природным) и антропогенным (техногенным).

Естественное загрязнение воздуха вызвано природными процессами. К ним относятся вулканическая деятельность, выветривание горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от лесных и степных пожаров и др. *Антропогенное загрязнение* связано с выбросом различных загрязняющих веществ в процессе деятель-

ности человека. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

В зависимости от масштабов распространения выделяют различные типы загрязнения атмосферы: местное, региональное и глобальное. *Местное загрязнение* характеризуется повышенным содержанием загрязняющих веществ на небольших территориях (город, промышленный район, сельскохозяйственная зона и др.). При *региональном загрязнении* в сферу негативного воздействия вовлекаются значительные пространства, но не вся планета. *Глобальное загрязнение* связано с изменением состояния атмосферы в целом.

По агрегатному состоянию выбросы вредных веществ в атмосферу классифицируются:

- 1) на газообразные (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др.);
- 2) жидкие (кислоты, щелочи, растворы солей и др.);
- 3) твердые (канцерогенные вещества, свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества и прочие).

Главные загрязнители (поллютанты) атмосферного воздуха, образующиеся в процессе производственной и иной деятельности человека, – диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO) и твердые частицы. На их долю приходится около 98 % в общем объеме выбросов вредных веществ. Помимо главных загрязнителей, в атмосфере городов и поселков наблюдается еще более 70 наименований вредных веществ, среди которых – формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, сероуглерод и др. Однако именно концентрации главных загрязнителей (диоксид серы и др.) наиболее часто превышают допустимые уровни во многих городах.

Суммарный мировой выброс в атмосферу четырех главных загрязнителей (поллютантов) атмосферы составил в 1990 г. – 401 млн т. Кроме указанных главных загрязнителей в атмосферу попадает много других очень опасных токсичных веществ: свинец, ртуть, кадмий и другие тяжелые металлы (источники выброса: автомобили, плавильные заводы и др.); углеводороды (C_nH_m), среди них наиболее опасен бенз(а)пирен, обладающий канцерогенным действием (выхлопные газы, топка котлов и др.), альдегиды и, в первую очередь формальдегид, сероводород, токсичные летучие растворители (бензины, спирты, эфиры) и др.

Наиболее опасное загрязнение атмосферы – радиоактивное. В настоящее время оно обусловлено в основном глобально распределенными долгоживущими радиоактивными изотопами – продуктами испытания ядерного оружия, проводившихся в атмосфере и под землей. Приземный слой атмосферы загрязняют также выбросы в атмосферу радиоактивных веществ с действующих АЭС в процессе их нормальной эксплуатации и другие источники.

Особое место занимают выбросы радиоактивных веществ из четвертого блока Чернобыльской АЭС в апреле–мае 1986 г. Если при взрыве атомной бомбы над Хиросимой (Япония) в атмосферу было выброшено 740 г радионуклидов, то в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу составил 77 кг.

Еще одной формой загрязнения атмосферы является локальное избыточное поступление тепла от антропогенных источников. Признаком теплового (термического) загрязнения атмосферы служат так называемые термические зоны, например, «остров тепла» в городах, потепление водоемов и т. п.

Основные источники загрязнения атмосферы

В настоящее время основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят следующие отрасли: теплоэнергетика (тепловые атомные электростанции, промышленные и городские котельные и др.), далее предприятия черной металлургии, нефтедобычи и нефтехимии, автотранспорт, предприятия цветной металлургии и производство стройматериалов.

Тепловые и атомные электростанции. Котельные установки. В процессе сжигания твердого или жидкого топлива в атмосферу выделяется дым, содержащий продукты полного (диоксид углерода и пары воды) и неполного (оксиды углерода, серы, азота, углеводороды и др.) сгорания. Объем энергетических выбросов очень велик. Так, современная теплоэлектростанция мощностью 2,4 млн кВт расходует в сутки до 20 тыс. т угля и выбрасывает в атмосферу за это время 680 т SO и SO₃, 120–140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа), 200 т оксидов азота.

Перевод установок на жидкое топливо (мазут) снижает выбросы золы, но практически не уменьшает выбросы оксидов серы и азота. Наиболее экологично газовое топливо, которое в три раза меньше загрязняет атмосферный воздух, чем мазут, и в пять раз меньше, чем уголь. Источники загрязнения воздуха токсичными веществами на атомных электростанциях (АЭС) – радиоактивный йод, радиоактив-

ные инертные газы и аэрозоли. Крупный источник энергетического загрязнения атмосферы – отопительная система жилищ (котельные установки) дает мало оксидов азота, но много продуктов неполного сгорания. Из-за небольшой высоты дымовых труб токсичные вещества в высоких концентрациях рассеиваются вблизи котельных установок.

Черная и цветная металлургия. При выплавке одной тонны стали в атмосферу выбрасывается 0,04 т твердых частиц, 0,03 т оксидов серы и до 0,05 т оксида углерода, а также в небольших количествах такие опасные загрязнители, как марганец, свинец, фосфор, мышьяк, пары ртути и др. В процессе сталеплавильного производства в атмосферу выбрасываются парогазовые смеси, состоящие из фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других токсичных веществ.

Химическое производство. Выбросы этой отрасли, хотя и невелики по объему (около 2 % всех промышленных выбросов), тем не менее, ввиду своей весьма высокой токсичности, значительного разнообразия и концентрированности представляют значительную угрозу для человека и всей биоты. На разнообразных химических производствах атмосферный воздух загрязняют оксиды серы, соединения фтора, аммиак, нитрозные газы (смесь оксидов азота), хлористые соединения, сероводород, неорганическая пыль и т. п.

Выбросы автотранспорта. В мире насчитывается несколько сот миллионов автомобилей, которые сжигают огромное количество нефтепродуктов, существенно загрязняя атмосферный воздух, прежде всего в крупных городах.. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержат огромное количество токсичных соединений – бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода и особо опасных соединений свинца (в случае применения этилированного бензина).

Наибольшее количество вредных веществ в составе отработанных газов образуется при неотрегулированной топливной системе автомобиля. Правильная ее регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза, а специальные нейтрализаторы снижают токсичность выхлопных газов в шесть и более раз.

Интенсивное загрязнение атмосферного воздуха отмечается также при добыче и переработке минерального сырья, на нефте- и газоперерабатывающих заводах, при выбросе пыли и газов из подземных горных выработок, при сжигании мусора и горении пород в отвалах (терриконах) и т. д. В сельских районах очагами загрязнения атмосферного воздуха являются животноводческие и птицеводческие

фермы, промышленные комплексы по производству мяса, распыление пестицидов и т. д.

Экологические последствия загрязнения атмосферы

Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами – от прямой и немедленной угрозы (смог и др.) до медленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние, и в результате механизм гомеостаза не срабатывает.

Сначала рассмотрим, как влияет на окружающую природную среду *локальное (местное) загрязнение* атмосферы, а затем глобальное.

Физиологическое воздействие на человеческий организм главных загрязнителей (поллютантов) чревато самыми серьезными последствиями. Так, *диоксид серы*, соединяясь с влагой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Особенно опасен диоксид серы, когда он осаждается на пылинках и в этом виде проникает глубоко в дыхательные пути.

Пыль, содержащая *диоксид кремния* (SiO_2), вызывает тяжелое заболевание легких – силикоз. *Оксиды азота* раздражают, а в тяжелых случаях и разъедают слизистые оболочки, например, глаз, легких, участвуют в образовании ядовитых туманов и т. д. Особенно опасны они, если содержатся в загрязненном воздухе совместно с диоксидом серы и другими токсичными соединениями. В этих случаях даже при малых концентрациях загрязняющих веществ возникает эффект синергизма, т. е. усиление токсичности всей газообразной смеси.

Широко известно действие на человеческий организм *оксида углерода* (угарного газа). При остром отравлении появляются: общая слабость, головокружение, тошнота, сонливость, потеря сознания, возможен летальный исход (даже спустя 3–7 дней). Однако из-за низкой концентрации СО в атмосферном воздухе он, как правило, не вызывает массовых отравлений, хотя и очень опасен для лиц, страдающих анемией и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Среди *взвешенных твердых частиц* наиболее опасны частицы размером менее 5 мкм, которые способны проникать в лимфатические узлы, задерживаться в альвеолах легких, засорять слизистые оболочки.

Весьма неблагоприятные последствия, которые могут сказываться в течение огромного интервала времени, связаны и с такими

незначительными по объему выбросами, как свинец, бенз(а)пирен, фосфор, кадмий, мышьяк, кобальт и др. Они угнетают кровотворную систему, вызывают онкологические заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям и т. д. Пыль, содержащая соединения свинца и ртути, обладает мутагенными свойствами и вызывает генетические изменения в клетках организма.

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия: от кашля до летального исхода.

Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает и ядовитая смесь дыма, тумана и пыли – *смог*. Различают два типа смога зимний смог (лондонский тип) и летний (лос-анджелесский тип).

Антропогенные выбросы загрязняющих веществ в больших концентрациях и в течение длительного времени наносят большой вред не только человеку, но отрицательно влияют на животных, состояние растений и экосистем в целом.

К важнейшим экологическим последствиям глобального загрязнения атмосферы относятся:

- 1) возможное потепление климата («парниковый эффект»);
- 2) нарушение озонового слоя;
- 3) выпадение кислотных дождей.

Большинство ученых в мире рассматривают их как крупнейшие экологические проблемы современности.

Защита атмосферы

Для защиты воздушного бассейна от негативного антропогенного воздействия в виде загрязнения его вредными веществами используют следующие меры:

- экологизацию технологических процессов;
- очистку газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание газовых выбросов в атмосфере;
- устройство санитарно-защитных зон, архитектурно-планировочные решения и др.

Наиболее радикальная мера охраны воздушного бассейна от загрязнения – *экологизация технологических процессов* и в первую очередь создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключающих попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

К сожалению, нынешний уровень развития экологизации технологических процессов, внедрения замкнутых технологических циклов

и т. д. недостаточен для полного предотвращения выбросов токсичных веществ в атмосферу. Поэтому на предприятиях повсеместно используются различные методы *очистки отходящих газов* от аэрозолей (пыли, золы, сажи) и токсичных газо- и парообразных примесей (NO_x , SO_x и др.).

Для очистки выбросов от *аэрозолей* в настоящее время применяют различные типы устройств в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки.

Способы очистки выбросов от *токсичных газо- и парообразных примесей* (NO , NO_2 , SO_2 и др.) подразделяют на три основные группы:

1) поглощение примесей путем применения каталитического превращения;

2) промывка выбросов растворителями примеси (абсорбционный метод);

3) поглощение газообразных примесей твердыми телами с ультрамикропористой структурой (адсорбционный метод).

Рассеивание газовых примесей в атмосфере используют для снижения опасных концентраций примесей до уровня соответствующего ПДК. Как показывает опыт, в приземном слое атмосферы вблизи крупных энергетических установок (ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС) и других предприятий концентрация вредных веществ в отходящих газах может превышать предельно допустимые нормы, несмотря на все применяемые меры по очистке газов и экологизацию технологических процессов.

Рассеивание пылегазовых выбросов осуществляют с помощью высоких дымовых труб. Чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. На ряде предприятий высота дымовых труб достигает более 300 м. Рассеивание вредных веществ в атмосфере – это временное, вынужденное мероприятие, которое осуществляется вследствие того, что существующие очистные устройства не обеспечивают полной очистки выбросов от вредных веществ.

Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов предприятий в значительной степени связана с устройством *санитарно-защитных зон* и *архитектурно-планировочными решениями*.

Санитарно-защитная зона – это полоса, отделяющая источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий для защиты населения от влияния вредных факторов производства (выбросы пыли и иные виды загрязнения среды).

Ширину санитарно-защитных зон устанавливают в зависимости от класса производства, степени вредности и количества выделенных в атмосферу веществ и принимают равной от 50 до 1000 м. Санитарно-защитная зона должна быть благоустроена и озеленена газоустойчивыми породами деревьев и кустарников.

Архитектурно-планировочные мероприятия включают правильное взаимное размещение источников выброса и населенных мест с учетом направления ветров, выбор под застройку промышленного предприятия ровного возвышенного места, хорошо продуваемого ветрами, сооружение автомобильных дорог в обход населенных пунктов и др.

12. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ. ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ

Загрязнение гидросферы

Под *загрязнением водоемов* понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Главные загрязнители вод. Установлено, что более 400 видов веществ могут вызвать загрязнение вод. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности (санитарно-токсикологическому, общесанитарному или органолептическому) вода считается загрязненной.

Различают химические, биологические и физические загрязнители. Среди *химических загрязнителей* к наиболее распространенным относят нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), пестициды, тяжелые металлы, диоксины и др. Очень опасно загрязняют воду *биологические загрязнители*, например вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы, и *физические* – радиоактивные вещества, тепло и др.

Основные виды загрязнения вод. Наиболее часто встречается химическое и бактериальное загрязнение. Значительно реже наблюдается радиоактивное, механическое и тепловое загрязнение.

Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и нетоксичным. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок и т. д., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др. Этот вид загрязнений носит временный характер.

Весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ, вызывающих *радиоактивное загрязнение*. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций-90, уран, радий-226, цезий и др.). Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне и др. В подземные воды уран, стронций и другие элементы попадают как в результате выпадения их на поверхность земли в виде радиоактивных продуктов и отходов и последующего просачивания в глубь земли вместе с атмосферными водами, так и в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами.

Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

Применительно к поверхностным водам выделяют еще их загрязнение (а точнее, засорение) твердыми отходами (мусором), остатками лесосплава, промышленными и бытовыми отходами, которые ухудшают качество вод, отрицательно влияют на условия обитания рыб, состояние экосистем.

Тепловое загрязнение связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или

технологическими водами. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава воды, что ведет к размножению анаэробных бактерий, росту количества гидробионтов и выделению ядовитых газов – сероводорода, метана. Одновременно происходит «цветение» воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения.

Основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод

Процессы загрязнения *поверхностных вод* обусловлены различными факторами. К основным относятся: 1) сброс в водоемы неочищенных сточных вод; 2) смыв ядохимикатов ливневыми осадками; 3) газодымовые выбросы; 4) утечки нефти и нефтепродуктов.

Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет *сброс* в них *неочищенных сточных вод* – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др.

Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц и т. д. В сточных водах этого типа преобладают различные органические вещества, а также микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

Огромное количество таких опасных загрязняющих веществ, как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смываются с сельскохозяйственных территорий, включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. По большей части они попадают в водоемы и в водотоки без какой-либо очистки, а поэтому имеют высокую концентрацию органического вещества, биогенных элементов и других загрязнителей.

Значительную опасность представляют газо-дымовые соединения (аэрозоли, пыль и т. д.), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов и непосредственно на водные поверхности.

Огромны масштабы нефтяного загрязнения природных вод. Миллионы тонн нефти ежегодно загрязняют морские и пресноводные экосистемы при авариях нефтеналивных судов, на нефтепромыслах в прибрежных зонах, при сбросе с судов балластных вод и т. д.

Кроме поверхностных вод постоянно загрязняются и *подземные воды*, в первую очередь в районах крупных промышленных центров. Источники загрязнения подземных вод весьма разнообразны. Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными

путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников, по затрубному пространству неисправных скважин, через поглощающие скважины, карстовые воронки и т. д.

К естественным источникам загрязнения относят сильно минерализованные (соленые и рассолы) подземные воды или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин.

Важно подчеркнуть, что загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промпредприятий, хранилищ отходов и т. д., а распространяются вниз по течению потока на расстояния до 20–30 км и более от источника загрязнения. Это создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах.

Защита гидросферы

Поверхностная гидросфера. Поверхностные воды охраняют от засорения, загрязнения и истощения. Для предупреждения засорения принимают меры, исключая попадание в поверхностные водоемы и реки строительного мусора, твердых отходов, остатков лесосплава и других предметов, негативно влияющих на качество вод, условия обитания рыб и др. Истощение поверхностных вод предотвращают путем строгого контроля за минимально допустимым стоком вод.

Важнейшая и наиболее сложная проблема – защита поверхностных вод от загрязнения. С этой целью предусматриваются следующие *экозащитные мероприятия*:

- развитие безотходных и безводных технологий; внедрение систем оборотного водоснабжения;
- очистка сточных вод (промышленных, коммунально-бытовых и др.);
- закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты;
- очистка и обеззараживание поверхностных вод, используемых для водоснабжения и других целей.

Главный загрязнитель поверхностных вод – сточные воды, поэтому разработка и внедрение *эффективных методов очистки сточных вод* представляется весьма актуальной и экологически важной задачей. Наиболее действенным способом защиты поверхностных вод от загрязнения их сточными водами является разработка и внедрение безводной и безотходной технологии производства, начальным этапом которой является создание *оборотного водоснабжения*.

При организации системы оборотного водоснабжения в нее включают ряд очистных сооружений и установок, что позволяет создать замкнутый цикл использования производственных и бытовых сточных вод. При таком способе водоподготовки сточные воды все время находятся в обороте и попадание их в поверхностные водоемы полностью исключено.

Ввиду огромного многообразия состава сточных вод существуют различные *способы их очистки*: механический, физико-химический, химический, биологический и др. В зависимости от степени вредности и характера загрязнений очистка сточных вод может производиться каким-либо одним способом или комплексом методов (комбинированный способ). В процессе очистки предусматривают обработку осадка (или избыточной биомассы) и обеззараживание сточных вод перед сбросом их в водоем.

При *механической очистке* из производственных сточных вод путем процеживания, отстаивания и фильтрования удаляются до 90 % нерастворимых механических примесей различной степени дисперсности (песок, глинистые частицы, окалину и др.), а из бытовых сточных вод – до 60 %. Для этих целей применяют решетки, песколовки, песчаные фильтры, отстойники различных типов. Вещества, плавающие на поверхности сточных вод (нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и др.), задерживают нефте- и маслотовушками и другого вида ловителями либо выжигают.

Химические и физико-химические методы очистки наиболее эффективны для очистки производственных сточных вод.

К основным *химическим способам* относят нейтрализацию и окисление. В первом случае для нейтрализации кислот и щелочей в сточные воды вводят специальные реагенты (известь, кальцинированную соду, аммиак), во втором – различные окислители. С их помощью сточные воды освобождаются от токсичных и других компонентов.

При *физико-химической очистке* используются:

- коагуляция – введение в сточные воды коагулянтов (солей аммония, железа, меди, шламовых отходов и пр.) для образования хлопьевидных осадков, которые затем легко удаляются;
- сорбция – способность некоторых веществ (бentonитовые глины, активированный уголь, цеолиты, силикагель, торф и др.) поглощать загрязнение. Методом сорбции возможно извлечение

из сточных вод ценных растворимых веществ и последующая их утилизация;

– флотация – пропуск через сточные воды воздуха. Газовые пузырьки захватывают при движении вверх поверхностно-активные вещества, нефть, масла, другие загрязнения и образуют на поверхности воды легко удаляемый пенообразный слой.

Для очистки коммунально-бытовых промстоков целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, пищевых предприятий широко используют *биологический (биохимический) метод*. Метод основан на способности искусственно вселяемых микроорганизмов использовать для своего развития органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточных водах (сероводород, аммиак, нитриты, сульфиды и т. д.). Очистку ведут с помощью естественных (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды и др.) и искусственных методов (аэротенки, метатенки, биофильтры, циркуляционные окислительные каналы).

После осветления сточных вод образуется осадок, который сбрасывают в железобетонных резервуарах (метантенках), а затем удаляют на иловые площадки для подсушивания. Осветленная часть сточных вод очищается в аэротенках – специальных закрытых резервуарах, по которым медленно пропускают стоки, обогащенные кислородом и смешанные с активным илом. Активный ил представляет собой совокупность гетеротрофных микроорганизмов и мелких беспозвоночных животных (плесени, дрожжей, водных грибов, колониальных и др.), а также твердого субстрата. Важно правильно подобрать температуру, рН-добавки, условия перемешивания, окислитель (кислород), чтобы в максимальной степени способствовать интенсификации гидробиоценоза, составляющего активный ил.

После вторичного отстаивания сточные воды обеззараживают (дезинфицируют) с помощью соединения хлора или других сильных окислителей. При этом способе (хлорировании) уничтожаются патогенные бактерии, вирусы, болезнетворные микроорганизмы. В системах очистки сточных вод биологический (биохимический) метод является завершающим и после его применения сточные воды можно использовать в оборотном водоснабжении либо сбрасывать в поверхностные водоемы.

В последние годы активно разрабатываются *новые эффективные методы*, способствующие экологизации процессов очистки сточных вод:

- электрохимические методы, основанные на процессах анодного окисления и катодного восстановления, электрокоагуляции и электрофлотации;
- мембранные процессы очистки (ультрафильтры, электродиализ и др.);
- магнитная обработка, позволяющая улучшить флотацию взвешенных частиц;
- радиационная очистка воды, позволяющая в кратчайшие сроки подвергнуть загрязняющие вещества окислению, коагуляции и разложению;
- озонирование, при котором в сточных водах не образуется веществ, отрицательно воздействующих на естественные биохимические процессы;
- внедрение новых селективных типов сорбентов для избирательного выделения полезных компонентов из сточных вод с целью вторичного использования и др.

Одним из перспективных способов уменьшения загрязнения поверхностных вод является *закачка сточных вод в глубокие водоносные горизонты* через систему поглощающих скважин (подземное захоронение). При этом отпадает необходимость в дорогостоящей очистке и обезвреживании сточных вод и в сооружении очистных сооружений.

Однако, по мнению многих ведущих специалистов, данный метод целесообразен для изоляции лишь небольших количеств высокотоксичных сточных вод, не поддающихся очистке существующими технологиями. Эти опасения связаны с тем, что очень трудно оценить возможные экологические последствия усиленного заводнения даже хорошо изолированных глубокозалегающих горизонтов подземных вод. К тому же технически очень сложно полностью исключить возможность проникновения удаляемых высокотоксичных промстоков на поверхность земли или в другие водоносные горизонты через затрубные пространства скважин.

Важную защитную функцию на любом водном объекте выполняют *водоохранные зоны*. Ширина водоохранной зоны рек может составлять от 0,1 до 1,5–2,0 км, включая пойму реки, террасы и склон коренного берега. Назначение водоохранной зоны – предотвратить загрязнение, засорение и истощение водного объекта. В пределах водоохранной зоны запрещается распашка земель, выпас скота, применение ядохимикатов и удобрений, производство строительных работ и др.

13. АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ. ЭРОЗИЯ ПОЧВ. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Верхняя часть литосферы, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, в настоящее время подвергается все более возрастающему антропогенному воздействию. Уже сегодня воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. В процессе преобразования литосферы человек (по данным на начало 90-х гг. XX в.) извлек 125 млрд т угля, 32 млрд т нефти, более 100 млрд т других полезных ископаемых. Распахано более 1500 млн га земель, заболочено и засолено 20 млн га. Эрозией за последние сто лет уничтожено 2 млн га, площадь оврагов превысила 25 млн га. Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов – 150 м, глубина шахт, пройденных для добычи золота, превышает 4 км (Южная Африка), нефтяных скважин – 6 км.

Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является «базовой подсистемой биосферы»: образно говоря, вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору. Но, кроме того, литосфера служит основным поставщиком минерально-сырьевых и в том числе энергетических ресурсов, большая часть которых относится к невозобновляемым.

Воздействие на почвы

Почва – один из важнейших компонентов окружающей природной среды. Все основные ее экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе – *почвенном плодородии*. Отчуждая с полей основную (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушает способность почвы к саморегуляции и снижает ее плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной мере свои экологические функции, и она начинает *деградировать*, т. е. ухудшать свои свойства. К деградации почв (земель) ведут и другие причины, преимущественно антропогенного характера.

Основные виды антропогенного воздействия на почвы следующие:

- 1) эрозия (ветровая и водная);
- 2) загрязнение;

- 3) вторичное засоление и заболачивание;
- 4) опустынивание;
- 5) отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв (земель)

Эрозия почв (от лат. *erosio* – разъедание) – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют *эродированными*.

К эрозионным процессам относят также промышленную эрозию (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров), военную эрозию (воронки, траншеи), пастбищную эрозию (при интенсивной пастьбе скота), ирригационную (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов) и др.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, а во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др.

Ветровая эрозия (дефляция) почв. Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа и от других факторов. Огромное влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. Например, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизируют эрозионные процессы.

Различают местную (повседневную) ветровую эрозию и пыльные бури. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра.

Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах. Скорость ветра достигает 20–30 м/с и более. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все

компоненты окружающей природной среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

Водная эрозия почв (земель). Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие формы водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, – одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия. Другие негативные антропогенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей природной среде и в первую очередь почвам приносит *овражная эрозия*. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густорасчлененный рельеф.

Рекультивация нарушенных территорий

Рекультивация – комплекс работ, проводимых с целью восстановления нарушенных территорий и приведения земельных участков в безопасное состояние.

Нарушение территории происходит в основном при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, а также в процессе строительства. Нарушенные земли теряют первоначальную ценность и отрицательно влияют на окружающую природную среду.

Объектами рекультивации являются:

- карьерные выемки, мульды оседания, провальные воронки, терриконы, отвалы и другие карьерно-отвальные комплексы;
- земли, нарушенные при строительных работах;
- территории полигонов твердых отходов;
- земли, нарушенные в результате загрязнения их жидкими и газообразными отходами (нефтезагрязненные земли, газогенные пустыни и др.).

Рекультивация (восстановление) осуществляется последовательно, по этапам. Различают техническую, биологическую и строительную рекультивации.

Техническая рекультивация означает предварительную подготовку нарушенных территорий для различных видов использования. В состав работ входят: планировка поверхности, снятие, транспортировка и нанесение плодородных почв на рекультивируемые земли, формирование откосов выемок, подготовка участков для освоения и т. п. На этапе технической рекультивации засыпают карьерные, строительные и другие выемки, в глубоких карьерах устраивают водоемы, полностью или частично разбирают терриконы, отвалы, хвостохранилища, закладывают «пустыми» породами выработанные подземные пространства. После завершения процесса осадки поверхность земли выравнивают.

Биологическая рекультивация проводится после технической для создания растительного покрова на подготовленных участках. С ее помощью восстанавливают продуктивность нарушенных земель, формируют зеленый ландшафт, создают условия для обитания животных, растений, микроорганизмов, укрепляют насыпные грунты, предохраняя их от водной и ветровой эрозии, создают сенокосно-пастбищные угодья и т. д. Работы по биологической рекультивации ведут на основе знания о развитии сукцессионных процессов.

При благоприятных условиях рекультивацию нарушенных земель осуществляют не по всем этапам, а выбирают какое-либо одно преимущественное направление рекультивации: водохозяйственное, рекреационное и др. Например, на территориях, подверженных воздействию газо-дымовых выбросов от промышленных предприятий, рекомендуется санитарно-гигиеническое направление рекультивации с использованием газоустойчивых растений. Очень сложно рекультивировать нефтезагрязненные земли, т. к. они имеют обедненную биоту и содержат канцерогенные углеводороды типа бенз(а)пирена. Для этого необходимы рыхление и аэрация почвы; использование бактерий, деградирующих нефть; посев специально подобранных трав и др.

При необходимости выполняют также *строительный этап рекультивации*, в ходе которого на подготовленных территориях возводят здания, сооружения и другие объекты.

Сегодня уже нельзя ограничиваться только восстановлением нарушенного массива, плодородия земель, созданием растительного покрова, а важно восстанавливать и все другие компоненты природной среды. Необходима комплексная рекультивация, а точнее *рекультивация природной среды*.

Литература

1. Основы экологии : учеб. пособие / В. Н. Карпук [и др.] ; под ред. Е. Н. Мешенко. – Минск : Экоперспектива, 2002. – 376 с.
2. Акимова, Т. А. Экология. Человек–Экономика–Биота–Среда : учеб. для вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. – 2-е изд. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 566 с.
3. Охрана окружающей среды : учеб. для техн. специальностей вузов / С. В. Белов [и др.]. – 2-е изд. – Москва : Высш. шк., 1991. – 319 с.

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1. Предмет и задачи экологии | 4 |
| 2. Биосфера. Строение и эволюция биосферы..... | 5 |
| 3. Кругооборот веществ в биосфере | 8 |
| 4. Понятия «среда» и «экологические факторы»..... | 11 |
| 5. Популяция, ее структура и динамика | 12 |
| 6. Биогеоценоз. Экосистема..... | 14 |
| 7. Природопользование. Общие инженерные принципы рационального природопользования | 16 |
| 8. Природные ресурсы и их классификация | 17 |
| 9. Нормирование качества окружающей природной среды | 19 |
| 10. Основные виды антропогенных воздействий на биосферу. Классификация загрязнений экологических систем | 22 |
| 11. Антропогенные воздействия на атмосферу. Защита атмосферы от загрязнения..... | 26 |
| 12. Антропогенные воздействия на гидросферу. Защита гидросферы..... | 33 |
| 13. Антропогенные воздействия на литосферу. Эрозия почв. Рекультивация земель | 40 |
| Литература | 44 |

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Овсянник Наталья Владимировна
Юфанова Татьяна Сергеевна
Якимченко Владислав Геннадьевич

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

Пособие
по одноименному курсу
для студентов всех специальностей
заочной формы обучения

Электронный аналог печатного издания

Редактор *С. Н. Санько*
Компьютерная верстка *Е. В. Темная*

Подписано в печать

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Ризография. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,78.

Изд. № 109.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.