

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

**Е.Т. Тимонова**

**И.А. Тимонов**

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И  
ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Второе издание,  
переработанное и дополненное

*Пособие для студентов экономических специальностей*

Витебск  
2006

**УДК 502.3**

**ББК 20.1**

**Т 41**

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент кафедры экологии УО «ВГУ им. П.М. Машерова» В.Е.Савенок;  
доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой охраны труда и про-мэкологии УО «ВГТУ» С.Г. Ковчур

Рекомендовано редакционно-издательским советом УО «ВГТУ»,  
протокол №2 от 21.03.06

**Тимонова, Е.Т.**

**Т 41** Основы экологии и экономика природопользования: пособие для студен-тов экономических специальностей / Е.Т.Тимонова, И.А.Тимонов.; УО «ВГТУ». - 2-е изд., переработ. и доп. - Витебск, 2006. - 100 с.

**ISBN 985-481-035-6**

Изложено краткое содержание основных вопросов, рассматриваемых при изучении курса «Основы экологии и экономика природопользования». Материалы учебного пособия соответствуют требованиям типовой программы курса (№ТД-282/тип), утвержденной Министерством образования РБ. Первое издание вышло в 2005 году. Второе издание дополнено наиболее актуальными вопросами экологического менеджмента на предприятиях.

Пособие предназначено для студентов экономических специальностей заочной формы обучения, а также будет полезно студентам других специальностей, изучающих курс «Основы экологии».

УДК 502.3

ББК 20.1

**ISBN 985-481-035-6**

© Тимонова Е.Т.

Тимонов И.А., 2006

© УО «ВГТУ», 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ.....	6
1. Предмет и задачи экологии. Фундаментальная и прикладная экология. Промышленная экология.....	6
2. Состав и структура экологической системы. Экологическая пирамида.....	7
3. Биотический круговорот веществ и энергия в экологической системе.....	9
4. Стабильность и развитие экосистем.....	11
5. Понятие, состав и структура биосферы.....	12
6. Основные функции биосферы.....	13
7. Биогеохимические круговороты веществ в биосфере.....	14
8. Эволюция биосферы. Понятие ноосферы. Понятие техносферы.....	17
9. Основные среды биосферы. Атмосфера. Гидросфера. Литосфера (почва)..	19
10. Экологические факторы: абиотические, биотические, антропогенные факторы.....	22
11. Лимитирующие экологические факторы. Закон оптимума. Закон толерантности. Экологическая валентность.....	23
12. Природные ресурсы. Их классификации.....	24
13. Общесистемные законы экологии (законы Б. Коммонра).....	26
14. Закон внутреннего динамического равновесия экосистем и его следствия.....	28
15. Закон ограниченности природных ресурсов. Закон незаменимости биосферы.....	31
16. Закон обратной связи взаимодействия человек - биосфера.....	31
17. Правила "жесткого" и "мягкого" управления природой.....	32
18. Виды антропогенных воздействий на природу. Классификация загрязнений окружающей среды.....	33
19. Глобальные проблемы экологии. Экологический кризис.....	35
20. Загрязнение атмосферы и его последствия. Парниковый эффект, истончение озонового слоя, кислотные дожди.....	36
21. Нормирование примесей в атмосфере.....	38
22. Защита атмосферы от загрязнений.....	39
23. Истощение ресурсов гидросферы. Загрязнение воды. Нормирование параметров качества воды.....	42
24. Рациональное использование водных ресурсов. Защита гидросферы от загрязнений.....	44
25. Загрязнение и деградация почв. Классификация твердых отходов.....	45
26. Основные положения концепции безотходного производства. Основные направления создания безотходных производств.....	47

II. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	50
1. Предмет и задачи экономики природопользования. Взаимосвязь экономики и экологии.....	50
2. Природно-промышленная (эколого- экономическая) система.....	51
3. Концепции мирового развития в связи с экологическими ограничениями..	53
4. Устойчивое социально-экономическое развитие Национальная программа устойчивого развития РФ.....	54
5. Основные направления экологизации экономики.....	55
6. Хозяйственный механизм природопользования.....	56
7. Система прогнозирования и планирования природоохранной деятельности.....	57
8. Организация управления природопользованием. Методы управления природопользованием.....	59
9. Органы управления природопользованием. Отраслевой и территориальный принцип управления.....	61
10. Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности.....	63
11. Экономическое стимулирование рационального природопользования.....	65
12. Экологический налог.....	66
13. Наблюдение, учет и контроль в области охраны окружающей среды.....	67
14. Оценка воздействий на окружающую среду. Экологические экспертиза, аудит, сертификация.....	69
15. Виды экологических стандартов.....	72
16. Источники и пути финансирования природоохранных мероприятий.....	72
17. Природоохранные затраты (экологические издержки).....	74
18. Экономический, социальный и экологический ущербы от антропогенных воздействий на окружающую среду.....	76
19. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы..	77
20. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения водоема.....	78
21. Приведенные затраты на реализацию природоохранных мероприятий.....	78
22. Экономическая эффективность природоохранных затрат.....	79
23. Международное сотрудничество в решении экологических проблем.....	80
III. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ.....	82
1. Понятие экологического менеджмента.....	82
2. Стандарты экологического менеджмента серии ISO 14000.....	83
3. Система управления окружающей средой.....	84
4. Оценка экологической эффективности предприятия.....	88
5. Экологический аудит систем управления окружающей средой.....	90
6. Экологическая сертификация СУОС и продукции.....	92
7. Анализ жизненного цикла продукции.....	94
8. Экологическая маркировка.....	96
ЛИТЕРАТУРА.....	98

# ВВЕДЕНИЕ

Взаимодействие человека с природой – одна из наиболее сложных и трудно разрешимых проблем современности. Сегодня стало очевидным, что задачи сохранения окружающей среды и экономического развития взаимосвязаны: разрушая и истощая природную среду, невозможно обеспечить устойчивое экономическое развитие.

Формирование комплексной и гармоничной системы природопользования – важная проблема, стоящая перед экономистами. Ее разрешение требует знания основ экологии, экономики и организации природопользования всеми специалистами экономического профиля. С этой целью для экономических специальностей высших учебных заведений Беларуси в качестве обязательного утвержден курс “Основы экологии и экономика природопользования”.

Цель курса – формирование у студентов экологического мировоззрения, ознакомление с теоретическими основами природопользования, приобретение практических навыков в области охраны окружающей среды, необходимых для выполнения своих профессиональных обязанностей.

Изучение курса является необходимым условием фундаментальной подготовки экономистов широкого профиля и предполагает усиление экологического акцента в экономическом образовании, что отвечает требованиям современного этапа развития общества.

Студент в результате изучения курса должен знать:

- ⇒ теоретические основы экологии; законы, определяющие структуру и функционирование экологических систем и биосферы в целом;
- ⇒ взаимосвязи объектов хозяйственной деятельности человека и окружающей природной среды, законы природопользования;
- ⇒ основные причины и пути загрязнения компонентов окружающей среды; экологические, экономические и социальные последствия антропогенного воздействия;
- ⇒ основные направления экологизации экономического развития и перехода к устойчивому социально-экономическому развитию;
- ⇒ принципы рационального природопользования, создания безотходных и малоотходных технологических процессов и производств, обеспечивающие сохранение качества окружающей среды;
- ⇒ технологические, технические, экономические, законодательные и информационные возможности решения экологических проблем;
- ⇒ хозяйственный механизм природопользования;
- ⇒ современные методы и средства контроля состояния окружающей среды, оценку воздействия на нее со стороны промышленных объектов.

# I. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ

## 1. Предмет и задачи экологии. Фундаментальная и прикладная экология. Промышленная экология

Впервые термин “экология” предложил в 1866 году немецкий ученый Эрнест Геккель. Как самостоятельная наука экология сформировалась к началу XX века.

В современном понимании экология - это наука о взаимоотношениях, взаимосвязях между живыми организмами и средой их обитания.

Известный американский эколог Ю. Одум в 1963 году назвал экологию наукой о строении и функциях природы в целом. Подчеркивая системный подход при изучении закономерностей, происходящих в природе, и значение деятельности человека, Одум определил экологию как междисциплинарную область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе и обществе в их взаимосвязи.

Основной предмет экологии - изучение совокупности живых организмов, взаимодействующих друг с другом и образующих с окружающей средой некое единство (экологическую систему), в пределах которой осуществляется процесс трансформации энергии и органического вещества.

### Задачи экологии:

- \* исследование закономерностей организации жизни, в том числе в связи с антропогенными воздействиями на окружающую среду;
- \* оптимизация взаимоотношений между человеком и окружающей природной средой;
- \* создание научной основы рациональной эксплуатации природных ресурсов;
- \* прогнозирование изменений природы под влиянием деятельности человека;
- \* сохранение среды обитания человека.

В целом можно выделить экологию фундаментальную и прикладную. Фундаментальная экология вскрывает общие закономерности функционирования экологических систем.

Прикладная экология призвана помочь применить законы фундаментальной экологии в хозяйственной практике людей. Она изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов без деградации среды жизни. Это большой комплекс дисциплин, связанных с различными областями человеческой деятельности и взаимоотношениями между человеческим обществом и природой. Выделяют следующие виды прикладных экологий: промышленную, сельскохозяйственную, биоресурсную, транспортную, медицинскую и др.

Промышленная (инженерная) экология - наука о взаимосвязи, взаимодействии промышленных объектов с окружающей средой. Она занимается решением экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды промышленными отходами и нерациональным использованием природных ресурсов.

Промышленная экология изучает, с одной стороны, воздействие хозяйственной деятельности человека на природу, с другой стороны - влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов, а также разрабатывает инженерные нормы и средства, отвечающие экологическим требованиям.

Главная задача промэкологии - разработка условий рационального взаимодействия производства с природой.

Объектом исследования в промэкологии являются природно-промышленные системы, образовавшиеся и длительное время функционирующие в результате взаимодействия общественного производства с окружающей его средой.

## **2. Состав и структура экологической системы. Экологическая пирамида**

Экологическая система - основная функциональная единица экологии, включающая в себя живые организмы (биоценоз) и среду обитания (экологический ниша), причем каждая из этих частей влияет на другую и обе необходимы для поддержания жизни.

Экосистемы представляют собой основные природные единицы на поверхности Земли. Это не только комплекс живых организмов, но и все сочетания физических факторов. Всюду, где можно наблюдать отчетливое единство растений и животных, объединенных отдельным участком окружающей среды, говорят об экологической системе.

Понятие экосистемы не ограничивается какими-то признаками ранга, размера, сложности и происхождения. Поэтому оно применимо как к относительно простым искусственным (аквариум, теплица, пшеничное поле), так и к сложным естественным комплексам организмов и среды их обитания (озеро, лес, океан).

В состав экосистемы входят неживые и живые компоненты.

Неживые (абиотические) компоненты:

- 1) неорганические вещества ( $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  и др.), включающиеся в природные круговороты;
- 2) органические соединения (углеводы, белки, аминокислоты, гумусовые вещества и др.), связывающие биотическую и абиотическую части экосистем;
- 3) климатический режим (освещенность, температура, влажность и другие физические факторы).

### Живые (биотические) компоненты экосистем:

1) *продуценты* - автотрофные (самостоятельно питающиеся) организмы, главным образом, зеленые растения, которые создают органические вещества из простых неорганических веществ. Автотрофы составляют основную массу всех живых существ и полностью отвечают за образование всего нового органического вещества в любой экосистеме, т.е. являются производителями продукции;

2) *макроконсументы* (консументы 1, 2 и т.д. порядка) - гетеротрофные (питающиеся другими) организмы, главным образом, животные, которые поедают растения и другие организмы. В отличие от автотрофов-продуцентов, гетеротрофы выступают как потребители и разрушители органических веществ;

3) *микроконсументы* (редуценты) - гетеротрофные организмы, преимущественно бактерии и грибы, которые разрушают сложные соединения мертвой протоплазмы, поглощают некоторые продукты разложения и высвобождают неорганические питательные вещества, пригодные для использования продуцентами.

Структура экосистемы. В зависимости от характера питания в экосистеме строится экологическая пирамида (пирамида питания), состоящая из нескольких трофических уровней:

1) (низший) занимают автотрофные организмы;

2) гетеротрофные организмы 1 порядка, использующие в пищу биомассу растений;

3) гетеротрофы 2 порядка, питающиеся гетеротрофами 1 порядка, и т.д.

В наземных экосистемах масса продуцентов больше, чем масса консументов, масса консументов 1-ого порядка больше, чем консументов 2-ого порядка и т.д. Это обусловлено тем, что пища используется не только на рост организмов, но и на удовлетворение энергетических затрат: дыхание, движение, размножение, поддержание температуры. Поэтому графически модель экосистемы имеет вид пирамиды.

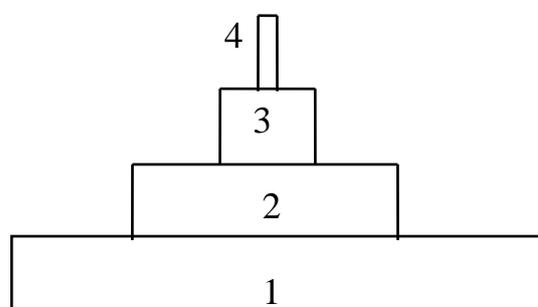


Рис. 1. Экологическая пирамида.

1. Продуценты (растения);
2. Консументы 1 порядка (травоядные);
3. Консументы 2 порядка (плотоядные, хищники);
4. Конечные консументы.

### 3. Биотический круговорот веществ и энергия в экологической системе

Круговорот веществ в экосистеме называется биотическим. Перенос вещества и энергии в нем осуществляется, в основном, посредством трофических (пищевых) цепей.

Трофической (пищевой) цепью называется перенос энергии пищи от ее источника - растений - через ряд организмов путем поедания одних организмов другими. В основе этого процесса лежит следующая химическая формула:

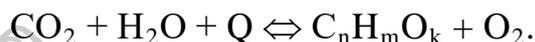


Схема переноса веществ и энергии в природных экосистемах представлена на рисунке 2.

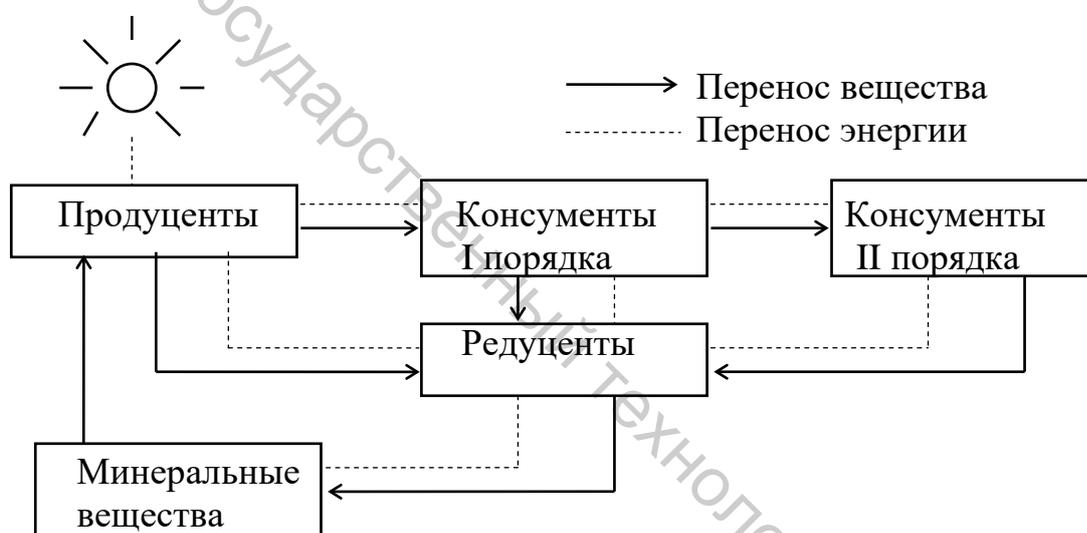


Рис.2. Схема переноса веществ и энергии в природных экосистемах

Экологическую систему можно представить в виде диаграммы потока энергии (рис.3). Отдельные трофические уровни в ней изображены как резервуары, размер которых соответствует количеству энергии заключенной в них биомассы, а поперечник соединяющих их каналов - величине потоков энергии.

Энергия в экологическую систему попадает в виде потока солнечной энергии  $L$ . Большая часть ее ( $L_U$ ) рассеивается в виде теплоты. Часть энергии, эффективно поглощенная растениями ( $L_A$ ), преобразуется фотосинтезом в энергию химических связей углеводов и других органических веществ ( $P_g$ ). Часть образовавшегося вещества окисляется в процессе дыхания растений, освобождая энергию  $R$ , а также используется в других биохимических процессах растений и в конечном счете рассеивается в виде тепла ( $N_a$ ). Оставшаяся часть новообразованных органических веществ обуславливает прирост биомассы растений  $P_{n1}$ .

Прирост биомассы растений рано или поздно используется: часть потребляется первичными консументами, остальное перерабатывается редуцентами. Консументы питаются, размножаются, растут и также дают продукцию  $P_{n2}$ , которая поступает на следующий трофический уровень вторичным консументам.

Таким образом, при переходе от одного трофического уровня к другому часть доступной энергии не воспринимается ( $N_u$ ), часть отдается в виде тепла, экскрементов ( $N_a$ ), а часть расходуется на дыхание ( $R$ ). В среднем при переходе с одного трофического уровня на другой общая энергия уменьшается приблизительно в 10 раз (правило 10% Р. Линдемана). Чем длиннее пищевая цепь, тем меньше остается к ее концу доступной энергии. Поэтому число трофических уровней никогда не бывает слишком большим и чаще всего не превышает 4-5 уровней.

Поскольку в обратный поток поступает ничтожное количество изначально вовлеченной энергии (не более 0,25 - 0,35%), говорить о круговорот энергии нельзя. Существует лишь круговорот веществ, поддерживаемый потоком энергии.

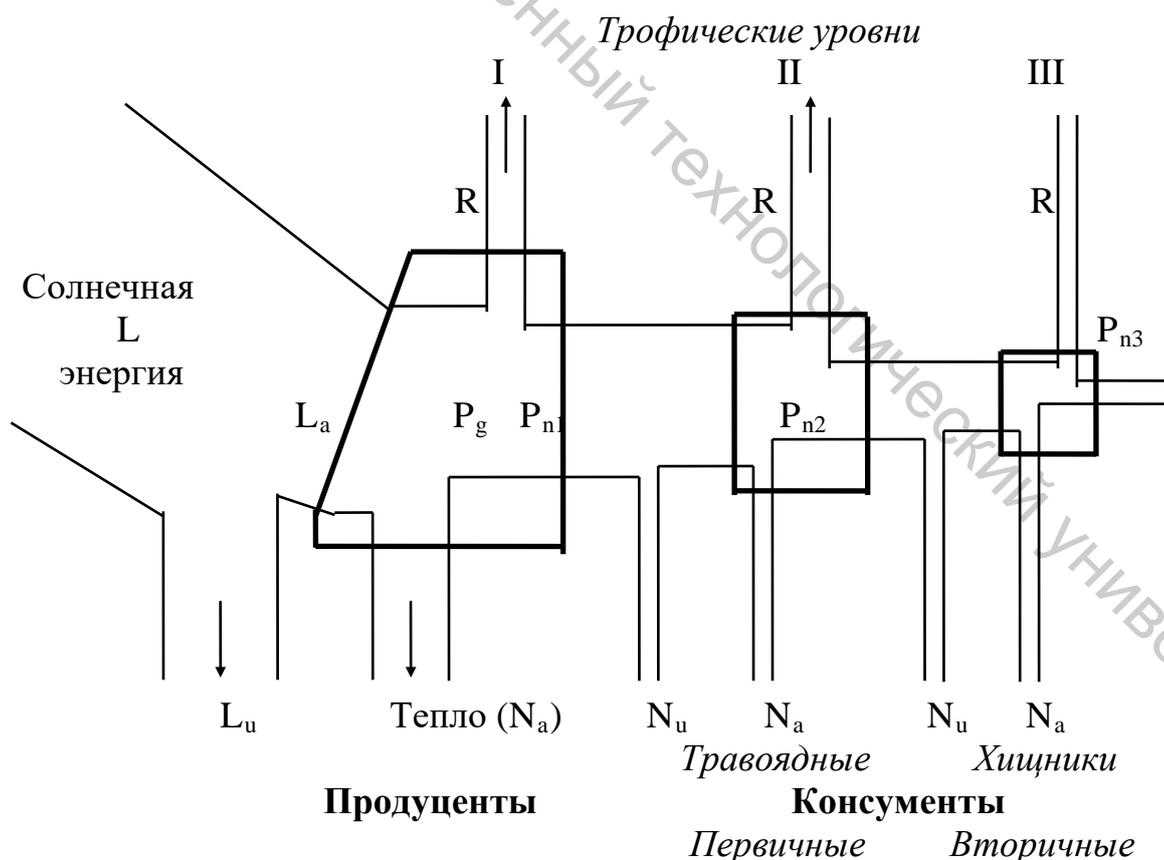


Рис. 3. Потоки энергии в простой трофической цепи.

#### 4. Стабильность и развитие экосистем

В нормальном состоянии любой экологической системе присуще устойчивое состояние, называемое гомеостазом, характеризующееся динамическим (подвижным) равновесием между рождаемостью и смертностью, потреблением и освобождением вещества и энергии.

В то же время любая экосистема входит в иерархию систем и поэтому подвергается внешним воздействиям, стремящимся вывести ее из равновесия. Если это влияние не слишком грубо, то нарушенные связи заменяются другими и процесс передачи вещества и энергии продолжается. Такое явление называется экологическим дублированием.

Экологическое дублирование - процесс замены исчезнувшего по каким-либо причинам вида другим видом, который занимает его экологическую нишу. Так экосистемы сопротивляются воздействиям, нарушающим их стабильность.

Система тем надежнее и стабильнее, чем большее видовое разнообразие она имеет. Это обеспечивает широкие возможности для экологического дублирования.

В то же время под влиянием внешних и внутренних факторов в экологических системах происходят постоянные изменения. Некоторые виды экосистем, испытывая негативные воздействия, снижают свою численность, а иногда вообще исчезают. Другие виды могут от этого выиграть, и их численность возрастает. Происходит вытеснение одних видов другими.

Процессы последовательных изменений состояния экосистем в пространстве или во времени, сопровождающиеся сменой состояний и свойств всех ее компонентов, называются сукцессиями. Сукцессии – это постепенные необратимые направленные изменения в экосистемах, протекающие в результате внешних и внутренних причин на одной и той же территории под влиянием природных факторов или воздействий человека.

Различают множество форм сукцессии: пирогенную, катастрофическую, антропогенную и т.д. Причиной пирогенных сукцессий являются пожары; катастрофических - извержения вулканов, ураганы, необычный паводок, массовое размножение вредителей и т.п.; антропогенных - хозяйственная деятельность человека.

Способность экосистемы относительно полно самовосстанавливаться и саморегулироваться в течение сукцессионного или эволюционного отрезка ее существования называется экологической надежностью. Простейшим механизмом поддержания экологической надежности экосистемы является замена вышедшего по каким-либо причинам вида другим, экологически близким. При более глубоком нарушении замена происходит на уровне сообществ различного уровня, вплоть до биогеоценозов.

## 5. Понятие, состав и структура биосферы

Биосфера – глобальная экологическая система планеты, включающая в себя все живые организмы вместе со средой их обитания.

Биосфера представляет собой совокупность частей земных оболочек (лито-, гидро- и атмосферы), которая заселена живыми организмами, находится под их влиянием и занята продуктами их жизнедеятельности.

В 20-е годы XX-го столетия учение о биосфере было развито и преобразовано выдающимся естествоиспытателем академиком В.И. Вернадским. Он впервые подчеркнул исключительную роль живых организмов в образовании биосферы. По его определению, биосфера - структурная оболочка Земли, созданная самой жизнью, где не только живут, но которая преобразована живыми организмами и связана с их жизнедеятельностью. Таким образом, биосфера - это и среда жизни, и результат жизнедеятельности организмов.

Размеры биосферы. По учению В.И. Вернадского, биосфера - это область нашей планеты, в которой существует или когда-либо существовала жизнь и которая постоянно подвергается воздействию живых организмов. Поэтому биосфера представляет собой область существования не только современных экосистем, но и включает области, где находятся вещества, возникшие в результате жизнедеятельности живых организмов. Такие вещества называют *биогенными*. Почти весь кислород атмосферы имеет биогенное происхождение. Биогенными являются также многие полезные ископаемые (нефть, уголь, газ и др.).

Благодаря такому подходу В.И. Вернадский существенно расширил границы биосферы, включив в нее всю гидросферу (глубиной до 11 км), нижние слои атмосферы (до озонового слоя, высотой 25-35 км), где сосредоточен практически весь кислород, и часть литосферы до глубины залегания полезных ископаемых биогенного происхождения (8-10 м, реже 3 км).

Структура биосферы. Биосфера имеет иерархическую структуру. Традиционно в структуре биосферы выделяют атмосферу, гидросферу и литосферу. Атмосфера делится на слои в зависимости от температуры воздуха: ниже 0 °С – альтобиосфера, выше 0 °С – тропобиосфера. Гидросфера включает в себя океанобиосферу и аквабиосферу, т.е. солоно- и пресноводную среду, и также делится на слои в зависимости от освещенности: фото-, дисфото- и афотосферы. Гео(био)сфера состоит из террабиосферы (твёрдо-водной среды) и литобиосферы (твёрдо-воздушной среды). Выделенные подсферы включают экосистемы различного иерархического уровня.

Состав биосферы включает 7 глубоко разнородных частей:

- 1) живое вещество;
- 2) биогенное вещество;
- 3) косное вещество;
- 4) биокосное вещество;
- 5) вещество в радиоактивном распаде;

- б) вещество рассеянных атомов, не связанных химическими реакциями;
- 7) вещество космического происхождения.

*Живое вещество* – совокупность организмов на планете (растительный и животный мир, микроорганизмы).

*Биогенное вещество* – совокупность веществ, возникших в результате жизнедеятельности организмов (торф, нефть, мел, природный газ и др.).

*Косное вещество* - совокупность веществ, в образовании которых живые организмы не участвуют, т.е. горные породы магматического, неорганического происхождения, вода,

*Биокосное вещество* - продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами ( почва, природные воды).

## **6. Основные функции биосферы**

Благодаря способности трансформировать солнечную энергию в энергию химических связей, растения и другие организмы выполняют ряд фундаментальных биологических функций планетарного масштаба.

Газовая функция. Живые существа постоянно обмениваются кислородом и углекислым газом с окружающей средой в процессах фотосинтеза и дыхания. Растения сыграли решающую роль в формировании состава современной атмосферы. Они строго контролируют концентрации кислорода и углекислого газа, оптимальные для современной биоты.

Концентрационная функция. В процессе эволюции организмы научились извлекать из разбавленного водного раствора и других компонентов природной среды необходимые для них вещества, многократно увеличивая их концентрацию в своем теле.

Таким образом, пропуская через свое тело большие объемы воздуха и природных растворов, живые организмы осуществляют биогенную миграцию и концентрирование химических элементов и их соединений.

Окислительно-восстановительная функция. Многие вещества в природе крайне устойчивы и не подвергаются окислению при обычных условиях. Живые клетки обладают настолько эффективным катализатором - ферментами, что способны осуществлять многие окислительно-восстановительные реакции в миллионы раз быстрее, чем это может происходить в абиотической среде. Благодаря этому живые организмы существенно ускоряют процессы миграции химических элементов в биосфере.

Информационная функция. С появлением первых живых существ на планете появилась и активная (“живая”) информация, отличающаяся от той “мертвой” информации, которая является простым отражением структуры. Организмы оказались способными к получению информации путем соединения потока энергии с активной молекулярной структурой, играющей роль программы.

Способность воспринимать, хранить и передавать молекулярную информацию совершила опережающую эволюцию в природе и стала важнейшим экологическим системообразующим фактором.

Перечисленные функции живого вещества образуют мощную средообразующую функцию биосферы. Деятельность живых организмов обусловила современный состав атмосферы. Растительный покров существенно определяет водный баланс, распределение влаги и климатические особенности больших пространств. Живые организмы играют ведущую роль в самоочищении воздушной и водной сред. Благодаря растениям, животным и микроорганизмам создается почва и поддерживается ее плодородие. Таким образом, биота биосферы формирует и контролирует состояние окружающей среды.

Следует четко представлять, что окружающая нас среда - это не возникшая когда-то фиксированная и непреходящая физическая должность, а живое дыхание природы, каждое мгновение создаваемое работой множества живых существ.

## **7. Биогеохимические круговороты веществ в биосфере**

Круговорот веществ - закономерный процесс многократного участия веществ в явлениях, протекающих в биосфере планеты. Вещество, вовлеченное в круговорот, не только перемещается, но и испытывает трансформацию и нередко меняет свое физическое и химическое состояния. Особенно активную роль в ускорении круговорота и трансформации играют живые организмы.

Солнечная энергия на Земле вызывает два вида круговоротов веществ:

- 1) большой (биогеохимический) - в пределах биосферы;
- 2) малый (биотический) - в пределах элементарных экологических систем (рис.2).

Большой круговорот веществ - это безостановочный планетарный процесс закономерного циклического, неравномерного во времени и пространстве перераспределения вещества, энергии и информации, многократно входящих в непрерывно обновляющиеся экологические системы биосферы.

Малый круговорот веществ развивается на основе большого и заключается в круговой циркуляции веществ между почвой, растениями, микроорганизмами и животными.

Оба круговорота взаимосвязаны и представляют собой единый процесс, который обеспечивает воспроизводство живого вещества и оказывает активное влияние на облик биосферы.

На нашей планете всегда существовал геохимический круговорот веществ, но с появлением жизни на Земле геохимические связи стали биогеохимическими - более сложными и разнообразными. Поэтому говорят о биогеохимическом круговороте веществ или биогеохимическом цикле.

Различают три основных типа биогеохимических круговоротов:

- 1) круговорот воды;
- 2) круговорот элементов преимущественно в газовой фазе (кислорода, углерода, азота и др.);
- 3) круговорот элементов преимущественно в твердой и жидкой фазах (фосфора и др.).

*Круговорот углерода* (рис.4) на суше начинается с фиксации углекислого газа растениями в процессе фотосинтеза. Из  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  образуются углеводы и высвобождается кислород. Фиксированный в растениях углерод в некоторой степени потребляется животными. Отжившие животные и растения разлагаются микроорганизмами, в результате чего углерод мертвого органического вещества окисляется до углекислого газа и снова попадает в атмосферу. Кроме того углерод частично выделяется на всех стадиях круговорота в составе  $\text{CO}_2$  во время дыхания растений и животных. Подобный круговорот углерода совершается и в океане.

*Круговорот азота* (рис.5). Азот, которого очень много в атмосфере, усваивается растениями лишь после соединения его с водородом или кислородом. Это, как правило, происходит в результате различных физических явлений, протекающих в атмосфере (атмосферная фиксация) и производстве (промышленная фиксация), а также в результате действия азотфиксирующих бактерий или водорослей (биофиксация). Соединения азота используются растениями и через них по пищевым цепям попадают к животным. Растительные и животные отходы, мертвые организмы разлагаются, и с помощью денитрифицирующих бактерий происходит восстановление азота и возвращение его в атмосферу.

В настоящее время сельское хозяйство и промышленность дают почти на 60% больше фиксированного азота, чем естественные наземные экосистемы, что приводит к накоплению нитратов в почве и далее в трофических цепях.

Биогеохимические круговороты веществ и связанные с ними превращения энергии являются основой динамического равновесия и устойчивости биосферы. Нормальные, ненарушенные биогеохимические циклы имеют почти круговой, почти замкнутый характер. Этим поддерживается известное постоянство и равновесие состава, количества и концентрации компонентов в биосфере, например состава атмосферного воздуха, концентрации солей в воде океанов и т.п. В свою очередь, подобное постоянство обуславливает генетическую и физиологическую приспособленность живых организмов к существованию на Земле.



## 8. Эволюция биосферы. Понятие ноосферы. Понятие техносферы

Возникновение и существование всех экологических систем в биосфере обусловлено эволюцией. Самоподдерживающиеся динамические системы эволюционируют в сторону усложнения организации и возникновения системной иерархии. Первопричиной, источником движущей силы последовательных качественных изменений экологических систем служит поток энергии через систему и отбор наиболее эффективных преобразователей энергии, вещества и информации.

Эволюция биосферы состоит из добиотической фазы, в ходе которой химическая эволюция подготовила возникновение жизни и, собственно, биотической эволюции.

Добиотическая эволюция.

Образование планеты (около 4,5 млрд. лет назад). Первичная атмосфера имела высокую температуру и содержала водород, азот, пары воды, метан, аммиак, инертные газы и другие простые соединения.

Возникновение абиотического круговорота веществ в атмосфере за счет ее постепенного остывания и энергии солнечного излучения. Появляется жидкая вода, формируются гидросфера, круговорот воды, водная миграция элементов и многофазные химические реакции в растворах. Происходит отбор и рост молекул.

Образование органических соединений в процессах конденсации и полимеризации простых соединений С, Н, О, N за счет энергии ультрафиолетового излучения Солнца, радиоактивности, электрических разрядов и других энергетических импульсов. Аккумуляция лучистой энергии в органических веществах.

Возникновение круговорота органических соединений углерода. Дальнейшее усложнение органических веществ и появление устойчивых комплексов макромолекул; возникновение молекулярных систем самовоспроизведения.

Биотическая эволюция.

Возникновение жизни (около 3,5 млрд. лет назад). Структуризация белков и нуклеиновых кислот с участием биомембран приводит к появлению вирусоподобных тел и первичных клеток, способных к делению. Возникает биотический круговорот, и формируются функции живого вещества.

Развитие фотосинтеза и обусловленное им изменение состава среды: увеличение количества кислорода. Ускоряется биогенная миграция элементов. Появление многоклеточных организмов, наземных растений и животных приводит к дальнейшему усложнению биогеохимического круговорота. Возникают сложные экологические системы, содержащие все уровни трофической организации. Достигается высокая степень замкнутости биогеохимического круговорота.

Увеличение биотического разнообразия и усложнение строения и функциональной организации живых существ и биосферы в целом. Организмами заняты все экологические ниши на планете.

Появление человека - лидера эволюции. Возникновение и развитие человеческого общества, вовлечение в техногенез непропорционально больших потоков вещества и энергии нарушают замкнутость биогеохимических круговоротов, вызывают антропогенные экологические кризисы и становятся негативным фактором эволюции биосферы.

Хозяйственная деятельность человека вызвала появление на Земле качественно новой среды обитания – техносферы. Техносфера - часть биосферы, преобразованной людьми с помощью прямого или косвенного действия технических средств и занятая продуктами его деятельности. Некоторые ученые считают техносферу синонимом ноосферы, другие - признают техносферу как переходное состояние от биосферы к ноосфере.

В переводе с греческого “ноосфера” - это сфера разума. С научной точки зрения, ноосфера - это коллективное сознание, которое станет контролировать направление будущей эволюции планеты. Развивая концепцию ноосферы, В.И. Вернадский определил ее как этап эволюции биосферы, который характеризуется ведущей ролью разумной и сознательной деятельности человеческого общества в развитии биосферы. Разумная деятельность человека должна стать главным фактором развития биосферы.

Ноосфера, по В.И. Вернадскому, - это биосфера, разумно управляемая человеком. “... Все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, разумом и направленным этим разумом его трудом”. Человек должен понять, “что он не есть случайное, независимое от окружающего свободно действующее природное явление. Он составляет неизбежное проявление большого природного процесса, закономерно длящегося в течение, по крайней мере, 2-х миллионов лет”.

Согласно закону ноосферы В.И. Вернадского: биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т.е. сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы человек-природа. Иными словами, хаотичное саморазвитие, основанное на процессах естественной саморегуляции, будет заменено разумной стратегией, базирующейся на прогнозно-плановых началах, регулировании процессов естественного развития.

Если ноосфера - это будущее гармоничное единство человека и природы при главенствующем положении в этой системе человеческого разума, то техносфера - это то окружение, в котором мы сейчас живем.

## **9. Основные среды биосферы. Атмосфера. Гидросфера. Литосфера (почва)**

Атмосфера - газовая оболочка Земли. Это естественная смесь газов, сложившаяся в ходе эволюции планеты. В настоящее время атмосфера содержит

78,08% азота ( $N_2$ ), 20,9% кислорода ( $O_2$ ), около 1% аргона (Ar) и 0,03% углекислого газа ( $CO_2$ ).

Атмосфера Земли уникальна. Кислород, содержащийся в воздухе, жизненно необходим для дыхания растений и животных. В настоящее время пока наблюдается примерное сохранение равновесия между производством кислорода и его потреблением. Однако интенсивное потребление  $O_2$  промышленностью и транспортом в последнее время вызывает опасение нарушить баланс кислорода в окружающей среде.

Углекислый газ оказывает существенное влияние на температуру планеты. Обладая большей плотностью, чем кислород или азот, этот газ плотно покрывает водный и почвенный покров Земли. Сам по себе  $CO_2$  является опасным компонентом атмосферы для всего живого. Повышение содержания  $CO_2$  в приземном слое атмосферы может привести к массовому уничтожению живого в почвенном покрове и ухудшению его плодородия.

В отличие от кислорода, который поставляется в атмосферу зелеными растениями, углекислый газ улавливается этими же растениями и связывается в органические соединения. В процессе дыхания углерод органических соединений превращается в диоксид углерода.

Азот, входящий в состав атмосферного воздуха в наибольших количествах, является химически инертным газом (в переводе с греческого - "безжизненный"). В воздухе он находится в молекулярном состоянии в бездействии. Азот практически не участвует в геохимических процессах и лишь накапливается в атмосфере. В то же время  $N_2$  является важнейшим строительным материалом для белков, нуклеиновых кислот и других соединений. Элементом жизни он становится только в химических соединениях - легкорастворимых азотнокислых и аммиачных солях (см. п.7). Однако связанного азота в воздухе нет, и в обычных условиях большинство организмов не в состоянии извлечь его из атмосферы.

Атмосфера не только поддерживает жизнь, но и служит защитным экраном. На высоте 20-25 км от поверхности Земли под воздействием ультрафиолетовой радиации Солнца часть молекул кислорода расщепляется на свободные атомы. Последние могут вновь вступать в соединения с молекулами  $O_2$  и образовывать трехатомную его форму  $O_3$  - озон.

Озон играет исключительную роль в жизни планеты. Он образует в высших слоях атмосферы тонкий слой - так называемый озоновый экран, который отфильтровывает вредный компонент солнечного излучения - ультрафиолетовые лучи. Прямое влияние этих лучей губительно для всего живого. Не будь озонового слоя, это излучение уничтожило бы жизнь на Земле.

Газовая оболочка предохраняет Землю от метеоритной бомбардировки. Большинство метеоритов никогда не достигают земной поверхности, так как сгорают при вхождении в атмосферу с огромной скоростью.

Кроме того, атмосфера способствует сохранению тепла на планете, которое в противном случае рассеивалось бы в холоде космического пространства. Солнечная энергия, проникающая в форме коротких электромагнитных волн через атмосферу к земной поверхности, в значительной мере отражается от нее в виде более длинных волн, которые частично задерживаются и экранируются нижними слоями атмосферы обратно на поверхность Земли. Так наша планета использует солнечное тепло дважды. Без этого эффекта жизнь на Земле была бы невозможна, так как первичные лучи Солнца разогревают ее поверхность лишь до  $-18^{\circ}\text{C}$ . Отраженные же тропосферой потоки тепловой энергии повышают эту среднюю температуру до  $+15^{\circ}\text{C}$ . При данной температуре поверхность планеты и атмосфера находятся в тепловом равновесии. Нагреваясь энергией Солнца и инфракрасным излучением атмосферы, поверхность Земли возвращает в атмосферу в среднем эквивалентное количество энергии.

Нагревание атмосферы происходит благодаря наличию в ней так называемых парниковых газов: углекислого газа, метана, оксидов азота и паров воды, которые способны, с одной стороны, поглощать (улавливать) инфракрасное излучение Земли, а с другой, - отражать часть его обратно на Землю. Без “газового одеяла”, окутывающего планету, температура на ее поверхности была бы ниже на  $30-40^{\circ}\text{C}$ , а существование живых организмов в таких условиях весьма проблематично.

**Гидросфера** - одна из важнейших составляющих нашей планеты, объединяющая все свободные воды. Она занимает около 70% поверхности земного шара. Общие запасы воды в свободном состоянии составляют 1386 млн. км<sup>3</sup>. Если бы этой водой равномерно покрыть земной шар, то ее слой составил бы 3700 м. В то же время 97-98% воды - это соленые воды морей и океанов. И лишь 2-3% - пресная вода, необходимая для жизни. 75% пресной воды на Земле находится в виде льда, значительную часть ее составляют подземные воды и лишь 1% доступен для живых организмов.

Вода входит в состав всех элементов биосферы. Это составная часть не только водоемов, но и воздуха, почвы, живых существ.

Вода - это источник жизни, без нее невозможно существование ни животных, ни растений, ни человека. Она входит в состав клеток и тканей любого животного и растения. Сложнейшие реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии воды. Тело человека на 65% состоит из воды. Тела животных содержат, как правило, не менее 50% воды. Растения также содержат много воды: картофель - 80%, помидор - 95% и т.д.

Под влиянием солнечной энергии и сил гравитации воды Земли могут переходить из одного состояния в другое и находятся в непрерывном движении. Круговорот воды увязывает воедино все части биосферы, образуя в целом замкнутую систему: океан - атмосфера – суша.

Гидросфера играет решающую роль в формировании особых черт планеты. Она имеет большое значение в процессах обмена кислородом и углекислым газом с атмосферой, способствует поддержанию относительно неизменного климата, что позволило жизни воспроизводиться в течение более 3 млрд. лет. Климат на Земле во многом зависит от водных пространств и содержания водяного пара в атмосфере. Океаны и моря оказывают смягчающее, регулирующее воздействие на температуру воздуха, накапливая тепло летом и отдавая его атмосфере зимой. В океане происходит циркуляция и перемешивание теплых и холодных вод.

В гидросфере протекает основное количество химических реакций, обуславливающих производство биомассы и химическую очистку биосферы. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и многообразны. Условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

Среди физических факторов первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание веществ. Этому способствует интенсивное течение рек. Кроме того, на процесс очистки влияют оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод. Важным физическим фактором самоочищения является ультрафиолетовое излучение Солнца. Под его влиянием гибнут бактерии, вирусы, микробы.

Из химических факторов самоочищения следует отметить окисление органических и неорганических веществ кислородом, растворенным в воде.

Активную роль в самоочищении гидросферы играет совокупная деятельность всех, населяющих водоемы организмов. В процессах жизнедеятельности они окисляют (разлагают) органические загрязнители.

Кроме всего указанного выше, гидросфера является важным источником продовольствия для людей и других обитателей суши, источником получения ценного сырья и топлива. Океаны, моря, реки и другие водоемы представляют собой природные пути сообщения и имеют рекреационное значение.

**Литосфера (почва).** Почва - поверхностный слой земной коры, созданный под совокупным влиянием внешних условий: тепла, воды, воздуха, растительных и животных организмов, особенно микроорганизмов. Это - результат терпеливого многовекового труда природы. Земля накапливала его многие тысячелетия с очень медленной скоростью: 1см чернозема за 100-300 лет.

Почва обладает специфическими физическими свойствами: рыхлостью, водопроницаемостью, аэрируемостью и пр. В верхних слоях почвы концентрируются вещества, необходимые для питания растений – азот, фосфор, калий, кальций и другие. Она является средой обитания многих микроорганизмов и роющих животных. Здесь происходит жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром: растения получают воду и питательные вещества, а листья и ветки, отмирая, возвращаются в почву, где разлагаются, высвобождая содержащиеся в них минеральные

вещества. Таким образом, роль почвы многообразна: с одной стороны, это важный участок всех природных круговоротов, с другой - основа для производства биомассы.

Почва - главный фундамент жизни, уникальное и в то же время легкоуязвимое природное образование.

## **10. Экологические факторы: абиотические, биотические, антропогенные факторы**

Экологические факторы - это такие свойства компонентов экосистемы и ее внешней среды, которые оказывают непосредственное действие на живые организмы, а также на характер их отношений друг с другом и особями других популяций.

По природе источников и характеру действия факторы среды разделяются на абиотические, биотические и антропогенные.

Абиотические факторы - это все свойства неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы. К ним относятся физические и химические факторы.

Физические факторы, в свою очередь, включают космические, климатические, почвенно-грунтовые, геологические, физические поля (гравитационное, магнитное, электромагнитное), ионизирующую и проникающую радиацию, движение сред (акустические колебания, волны, течения, приливы), суточные и сезонные изменения в природе.

Космические факторы - это поступающая от Солнца энергия и периодическая смена освещенности по времени суток и года, космическая пыль, метеоритное вещество, астероиды, вещества и волны галактического пространства.

Климатические факторы - температура, влажность и прозрачность атмосферного воздуха, движение воздушных масс, атмосферное давление, количество осадков и т.п.

К почвенно-грунтовым факторам относятся почвы различной плодородности и вода различной степени прозрачности, кислотности и наличия растворенных веществ.

Химические факторы - это компонентный состав воздуха, воды, почвы, примеси промышленного происхождения.

Биотические факторы - это вся совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на другие. Воздействие происходит как внутри видов, так и между видами. Каждый организм постоянно испытывает на себе прямое или косвенное влияние других существ, вступает в связь с представителями своего вида и других видов, зависит от них и сам оказывает воздействие. К этому типу факторов относятся совместная охота и защита от врагов, борьба за пищу и территорию, хищничество, симбиоз и т.п.

Особую роль в биосфере играют антропогенные факторы, порожденные деятельностью человека и человеческого общества в целом. Часть их связана с хозяйственным изъятием природных ресурсов, нарушением естественных ландшафтов. Это вырубка лесов, промысел растений, рыб, птиц и зверей, замена природных комплексов сооружениями, коммуникациями, свалками и пустырями. Другие антропогенные воздействия обусловлены загрязнением природной среды (воздуха, водоемов, земли) побочными продуктами, отходами производства и потребления.

Преобладающая часть антропогенных факторов, связанная с производством, применением техники, машин, с влиянием промышленности, транспорта, строительства на природные экологические системы, носит название техногенных факторов. Нетехногенная часть антропогенных факторов связана, в основном, с бытом и поведением человека в природе.

### **11. Лимитирующие экологические факторы. Закон оптимума. Закон толерантности. Экологическая валентность**

Из совокупности экологических факторов можно выделить факторы, которые сильнее всего ограничивают успешность жизни организма. Такие факторы называют лимитирующими.

В наиболее общем виде закон ограничивающих (лимитирующих) факторов сформулирован Ф. Блэкманом: *факторы среды, имеющие в конкретных условиях пессимальное (наихудшее) значение, особенно затрудняют (ограничивают) возможность существования вида в данных условиях, вопреки и несмотря на оптимальное сочетание других отдельных условий.*

Лимитирующим может быть любой из действующих в природе экологических факторов: вода, тепло, свет, ветер, рельеф, содержание в почве необходимых для жизнедеятельности растений солей и химических элементов, количество доступного кислорода и углекислого газа и т.п.

Близок по смыслу к вышеизложенному закон толерантности Шелфорда: *лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между которыми определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному фактору.*

В соответствии с законом толерантности избыток какого-либо вещества может быть так же вреден, как и его недостаток. Урожай может погибнуть как при засушливом, так и при слишком дождливом лете.

Согласно закону оптимума, *каждый фактор имеет лишь определенные пределы положительного влияния на биосистемы.*

Зависимость жизнеспособности организмов от интенсивности действия экологического фактора можно представить в виде графика (рис. 6).

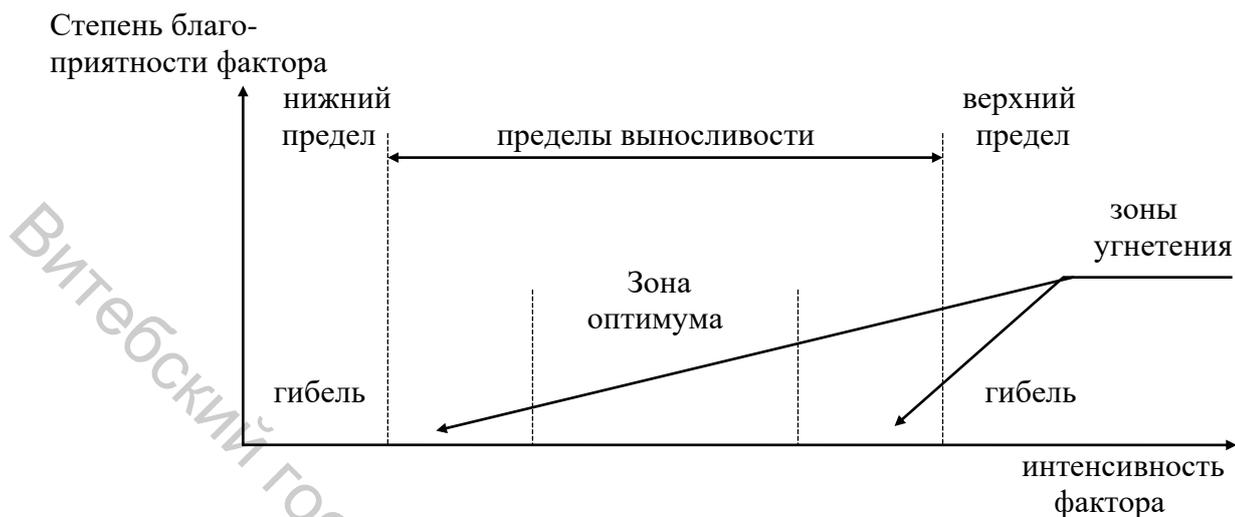


Рис. 6. Влияние интенсивности действия экологического фактора на жизнеспособность организмов.

В идеале для каждого вида можно указать такую интенсивность фактора, при которой жизнедеятельность особей протекает наилучшим образом. Благоприятная сила воздействия называется зоной *оптимума* экологического фактора или просто оптимумом для организмов данного вида. В этой гипотетической зоне скорость роста, размножения, интенсивность дыхания, выживаемость и т.п. максимальны.

Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особи. Чем сильнее отклонение от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организм. Интенсивность фактора, при которой организм максимально угнетен, но еще может существовать, называется *пессимумом*.

Максимально и минимально переносимые значения фактора (верхний и нижний пределы выносливости) - это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть. Пределы выносливости между критическими точками называют *экологической эквивалентностью* (*валентностью*) живых существ по отношению к конкретному фактору среды.

## 12. Природные ресурсы. Их классификации

Природные ресурсы - важнейшие факторы среды, характеризующие доступность для организмов различных форм вещества и энергии. С позиций использования их в экономике человека, природные ресурсы - это ресурсы, образовавшиеся в природной среде в результате естественных природных процессов, а также силы природы, которые используются человеком для поддержания

своего существования. Они состоят из природных условий, к которым относятся солнечное излучение, тепло Земли, рельеф местности, климат и т.п., и собственно природных ресурсов - элементов литосферы, гидросферы и атмосферы, используемых в производственной деятельности или в сфере потребления.

Существует несколько классификаций природных ресурсов: естественная, хозяйственная и экологическая.

Естественная классификация основана на разделении ресурсов по компонентам природной среды: земельные, минеральные, водные, климатические, атмосферные, растительного и животного мира и т.п.

В хозяйственной классификации ведущее значение имеет отраслевая принадлежность: ресурсы топливно-энергетического комплекса, металлургии, химической промышленности, сельского хозяйства, лесоперерабатывающей промышленности и т.д.

С эколого-экономической точки зрения наибольший интерес представляет классификация природных ресурсов по признакам исчерпаемости и возобновляемости (рис.7).

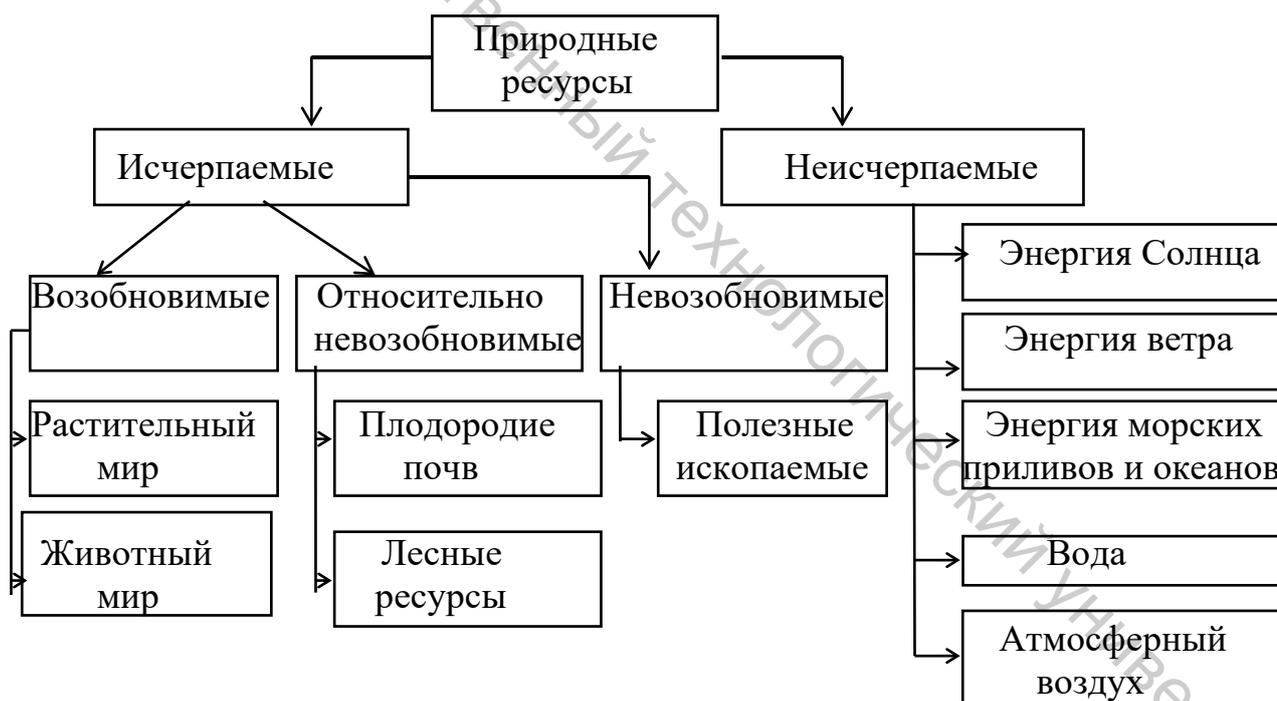


Рис. 7. Классификация природных ресурсов по исчерпаемости

К неисчерпаемым (условно) часто относят космические (солнечную радиацию, гравитацию) и планетарные ресурсы (наличие атмосферы, гидросферы, геотермальной энергии).

Исчерпаемые ресурсы делят на возобновимые, невозобновимые и относительно невозобновимые.

Невозобновимые ресурсы - ресурсы, которые совершенно не восстанавливаются или восстанавливаются во много раз медленнее, чем используются человеком.

Относительно невозобновимые ресурсы - ресурсы, которые обладают способностью к самовосстановлению, но этот процесс происходит в течение многих десятилетий и даже столетий.

Возобновимые ресурсы - ресурсы, способные к восстановлению через размножение или другие природные циклы за сроки, соизмеримые со сроками их потребления.

### **13. Общесистемные законы экологии (законы Б. Коммонера)**

Законы американского эколога Б. Коммонера в наиболее общем виде отражают фундаментальные закономерности существования и развития биосферы. Сформулированы они следующим образом:

- 1) *все связано со всем;*
- 2) *все должно куда-то деваться;*
- 3) *ничто не дается даром.*
- 4) *природа “знает” лучше;*

“Все связано со всем” - отражает всеобщую связь вещей и явлений в природе и в человеческом обществе.

Всеохватность связей может быть продемонстрирована на любом системном уровне. Однако живые системы характеризуются наиболее разнообразными, разветвленными и интенсивными связями. Они образуют экологические сети взаимосвязей.

Биологические системы любого иерархического уровня получают для своего существования из окружающей среды вещества, энергию, информацию и отдают в окружающую среду трансформированные вещества, энергию и информацию. Обмен между организмами и окружающей средой веществом и информацией, а также общее участие в проведении и распределении потока энергии обуславливает их тесную взаимосвязь и взаимозависимость.

Множественность связей относится не только к локальным экосистемам. Все живое на Земле подчинено космическим силам, единому потоку солнечной энергии, его ритмам. Глобальные круговороты веществ, ветры, океанические течения, реки, миграции птиц и рыб, переносы семян и спор, деятельность человека и влияние антропогенных объектов - все это в той или иной степени связывает пространственно удаленные природные комплексы и придает биосфере признаки единой коммуникативной системы.

Густая динамическая сеть связей и зависимостей характерна и для человеческого общества. Причем эта сеть связей переплетена с системой связей в

природе. И природа, и общество находятся в одной сети системных взаимодействий.

В соответствии с принципом эволюции все динамические системы необратимо развиваются от простого к сложному, одновременно увеличивая число и разнообразие связей.

“Все должно куда-то деваться” - отражает, по сути, известные законы сохранения.

В отличие от человеческого производства и быта живая природа в целом почти безотходна, в ней нет такой вещи, как мусор. Благодаря наличию биотического круговорота веществ (рис.2), все остатки органических веществ разлагаются до простых неорганических соединений и рано или поздно вновь потребляются растениями. При этом в биосфере в целом всегда соблюдается количественный баланс масс и равенство скоростей синтеза и распада органических веществ.

Деятельность человека привела к изменениям химической среды на поверхности планеты, к возникновению необычных для нее высоких концентраций ряда элементов, к появлению стойких синтетических соединений, чуждых живым организмам. Поскольку из всего колоссального объема материалов и веществ, извлекаемых из недр, перерабатываемых и синтезируемых человеком, в природный круговорот попадает лишь малая часть, то существенно нарушается замкнутость круговоротов веществ.

“Ничто не дается даром”. В экологическом контексте за этим утверждением скрывается мысль о качественной направленности эволюции систем. Как известно, системы развиваются в сторону усложнения и совершенствования организации. Это развитие происходит за счет окружающей среды, а также за счет собственных качественных ресурсов систем: любое новое приобретение в эволюции системы обязательно сопровождается утратой какой-то части прежнего достояния и возникновением новых, все более сложных проблем.

Вот примеры платы за совершенствование в ходе биологической эволюции. Первые настоящие клетки (предки сине-зеленых водорослей), жившие 3,5 млрд. лет тому назад, были необычайно жизнестойки, выживали в любой, даже самой агрессивной среде, и не знали естественной смерти, размножаясь простым делением. Появившиеся вслед за ними ядерные фотосинтезирующие клетки приобрели более совершенную энергетику, но заплатили за это утратой бессмертия. Возникновение генетического кода и механизма передачи наследственных программ развития увеличило разнообразие форм и приспособляемость свободных клеток, но зато оказалась резко сниженной их индивидуальная физико-химическая устойчивость.

С появлением многоклеточных организмов и выходом их на сушу еще во много раз увеличилось биоразнообразие. Но вместе с многоклеточностью к жи-

вым существам пришли старость и болезни, в том числе инфекции, злокачественные опухоли, паразитизм и т.д.

По отношению к экономии природы и экономике человека закон “ничто не дается даром” звучит так: не существует бесплатных ресурсов - пространство, энергия, солнечный свет, вода, кислород какими бы “неисчерпаемыми” не казались их запасы на Земле, неукоснительно оплачиваются любой расходуемой их системой.

“Природа “знает” лучше” - главный критерий эволюционного отбора. Это утверждение очень важно для понимания взаимоотношений человека и природы.

Люди создали множество вещей, которых нет в природе. Однако природа не имеет их не потому, что не смогла создать, а потому, что не посчитала нужным или испробовала и не стала развивать, отказалась.

Несомненно, человеческая техника превзошла многие возможности живых организмов, в особенности по таким характеристикам, как прочность, мощность, концентрация энергии, скорость движения, дальность передачи и др. Но по изобретательности использования законов природы, по принципам, оригинальности, совершенству и красоте конструктивных решений, по экономичности и эффективности, по здравому смыслу технические устройства намного уступают биологическим системам. В этом легко убедиться, сравнив солнечную батарею и зеленый лист растения, компьютер и человеческий мозг и т.п. Превосходство живого относится и к экологическим системам, которые намного более устойчивы, чем искусственные системы: луг и распаханное поле.

Возможность “знать лучше” природа выработала на протяжении миллиардов лет в бесчисленном чередовании актов отбора, проб и ошибок. Все в природе - от простых молекул до человека - должно было пройти очень жесткий отбор прежде, чем занять свое место в биосфере. Сегодня планету населяет лишь одна тысячная часть испытанных эволюцией видов растений и животных.

Главный критерий отбора - вписанность в глобальный биотический круговорот, увеличение его эффективности, заполненность всех экологических ниш. С каждым биологическим видом, который нарушил этот закон, уменьшая замкнутость биотического круговорота, эволюция рано или поздно расстается.

#### **14. Закон внутреннего динамического равновесия экосистем и его следствия**

Закон внутреннего динамического равновесия экосистем Реймерса Н.Ф.: *вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные, количественные и качественные перемены, сохраняющие общую*

сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических качеств системы, где эти изменения происходят, или в их иерархии.

Данный закон раскрывает механизм экологического баланса. Окружающая среда находится в состоянии динамического равновесия. Она непрерывно балансирует, выравнивая рождение и смерть, микро- и макроэволюцию, разные энергетические и химические процессы.

При внешнем воздействии равновесие в экосистеме может нарушиться. Чтобы этого не произошло, системы вынуждены своевременно реагировать на изменения потоков вещества и энергии. При этом сумма динамических качеств, информации, вещества и энергии в системах остается неизменной, хотя сами элементы количественно меняются. Утрированно эту закономерность можно представить в виде уравнения:  $a+b+c+d=f$ . А, b, c и d могут меняться, а сумма f остается постоянной ( $f=\text{const}$ ). Однако уравнение справедливо до тех пор, пока процессы в природе происходят сами собой.

Человеческая деятельность ощутимо меняет структуру экосистем. Люди или слишком много берут из экосистемы, или слишком много вносят в нее новых элементов разного свойства. Поэтому динамическое равновесие нарушается, меняется сумма компонентов системы.

Справедливость закона внутреннего динамического равновесия можно наглядно продемонстрировать на примерах взаимодействия человека с природными экосистемами (приаральская, азовская, волжско-каспийская и другие экологические катастрофы)

Из рассмотренного закона вытекают 4 важные следствия.

1. Любые изменения среды (вещества, энергии, информации, динамических качеств экосистемы) неизбежно приводят к развитию природных цепных реакций, идущих в сторону нейтрализации произведенного изменения или формирования новых природных систем, образование которых при значительных изменениях среды может принять необратимый характер.

Под цепной реакцией в природе понимается цепь природных явлений, каждое из которых влечет за собой изменение других, связанных с ним явлений.

Подтверждением действия рассматриваемой закономерности являются следующие примеры. Распаханный луг через некоторое время при отсутствии дальнейшего воздействия возвращается в естественное исходное состояние, т.е. наблюдается нейтрализация произведенных изменений.

При сильном загрязнении озеро теряет возможность самоочищения, развиваются анаэробные организмы, и оно превращается в болото, т.е. формируется новая природная система.

2. Взаимодействие вещественно-энергетических экологических компонентов (энергия, газы, жидкости, продуценты, консументы и т.д.), информации и динамических качеств природных систем нелинейно, т.е. слабое воздей-

*ствие или изменение одного из показателей может вызвать сильные отклонения в других и во всей системе в целом.*

Например, малые отклонения в газовом составе атмосферы в связи с ее загрязнением оксидами серы и азота вызывают огромные изменения в экосистемах суши и водной среды. Именно они приводят к возникновению кислотных осадков, которые, в свою очередь, вызывают деградацию и гибель лесов, обезрыбление озер и т.п. Столь же абсолютно незначительное изменение концентрации углекислого газа в атмосфере ведет к усилению парникового эффекта.

*3. Производимые в крупных экосистемах изменения относительно необратимы - проходя по иерархии экосистем снизу вверх, от места воздействия до биосферы в целом, они меняют глобальные процессы и тем самым переводят их на новый эволюционный уровень.*

Подтверждают данное следствие примеры, приведенные в предыдущем пункте. Изменения химического состава атмосферы, ее температуры, влажности, освещенности и т.п. приводят к возникновению новых, более приспособленных к новым условиям экологических систем, т.е. направляют эволюцию биосферы. При этом экологическая система не может снова вернуться к прежнему состоянию (даже при установлении исходных условий среды), как и организм (вид, популяция) не в состоянии повторить полностью своих предков или вернуться от старости к рождению.

*4. Любое местное преобразование природы вызывает в биосфере и в ее крупных подразделениях ответные реакции, приводящие к относительной неизменности эколого-экономического потенциала, увеличение которого возможно лишь путем значительного возрастания энергетических вложений.*

Сдвигая динамическое равновесное состояние природных систем с помощью значительных вложений энергии (например, путем распашки и других приемов) для увеличения получаемой полезной продукции (урожая) или создания благоприятного для жизни и деятельности человека состояния среды, люди нарушают соотношение энергетических компонентов. Если эти сдвиги “гаснут” в иерархии природных систем и не вызывают термодинамического разлада, положение благоприятно или, во всяком случае, терпимо. Однако излишнее вложение энергии и возникающий в результате вещественно-энергетический разлад ведут к снижению природно-ресурсного потенциала вплоть до опустынивания территории, происходящего без компенсации. Иногда возникают ситуации, когда “чем больше пустынь мы превращаем в сады, тем больше садов мы превращаем в пустыни”. При этом в силу нелинейности процессов опустынивание по темпам значительно опережает создание “цветущих садов”.

## 15. Закон ограниченности природных ресурсов. Закон незаменимости биосферы

Накопленный опыт взаимодействия человека с природой приводит к необходимости признать действие закона ограниченности (исчерпаемости) природных ресурсов: *все природные ресурсы и естественные условия Земли конечны*. Эта конечность возникает либо в силу прямой исчерпаемости, либо в результате возмущения среды обитания, делающейся непригодной для жизни и хозяйства человека.

В п.12 приведена классификация природных ресурсов по исчерпаемости. Однако следует отметить, что выделение в отдельную группу неисчерпаемых природных ресурсов очень условно. Неисчерпаемость ресурса подразумевает его бесконечность, хотя бы в сравнении с потребностями в нем. Условно неисчерпаемым ресурсом для первобытных людей, например, была территория Земли. Но поскольку человечество стало безудержно и опасно растущим глобальным целым, а планета имеет четко ограниченные размеры, возникают два совершенно очевидных лимита. Первый - на ограниченном целом Земли не может быть ничего бесконечного, следовательно, для человека нет неисчерпаемых природных ресурсов. И второй - растущее человечество со своими все увеличивающимися потребностями легко исчерпывает ресурсы любой емкости.

Для современного человечества территория планеты уже не только не может считаться необъятной, но делается исчезающе малой при всей ее громадной величине. Те ресурсы, которые кажутся неисчерпаемыми (поток солнечной энергии и других мощных природных явлений) по сравнению с энергопотреблением человечества оказываются резко ограниченными.

Закон незаменимости биосферы: *“Нет никаких оснований для надежд на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды с той же степенью точности, что и естественные сообщества. Поэтому сокращение естественной биоты в объеме, превышающем пороговое значение, лишает устойчивости окружающую среду, которая не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству. Биосфера представляет собой единственную систему, обеспечивающую устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Необходимо сохранить естественную природу на большей части поверхности Земли, а не в заповедниках и зоопарках”*.

## 16. Закон обратной связи взаимодействия человек - биосфера

Между человеком и природой всегда существовали и существуют в настоящее время неразрывные связи. В ходе исторического развития эти связи претерпевают изменения, что приводит к одновременным переменам и в природе, и в формах хозяйствования.

Формы хозяйствования меняются вследствие затруднений, которые проистекают от перемен в природе. Так, с целью надежного обеспечения себя продуктами питания, защиты от непредсказуемых явлений природы, человек перешел в свое время от собирательства к пастбищно-кочевому скотоводству и подсечно-огневому земледелию, а затем созданию искусственных агросистем, от естественного к искусственному плодородию почв и т.п.

В свою очередь, перемены в хозяйстве вызвали изменения в природе, сначала на уровне элементарных экологических систем (вырубка леса, осушение болот и т.д.), а в настоящее время в биосфере в целом.

Эта постоянная обратная связь получила название закона бумеранга, или закона обратной связи взаимодействия человек-биосфера П. Дансеро.

## 17. Правила "жесткого" и "мягкого" управления природой

Экологическая ситуация явно ухудшается за счет попыток коренных преобразований систем природы с помощью технических устройств. Не соблюдая закона оптимальности и правила меры преобразования природных систем, люди вызывают к жизни правило неизбежных цепных реакций "жесткого" управления природой: *"жесткое", как правило, техническое управление природными процессами чревато цепными природными реакциями, значительная часть которых оказывается экологически, социально и экономически неприемлемыми в длительном интервале времени.*

Из-за множественности и слабой изученности связей между природными объектами окончательные последствия воздействия на экосистемы могут проявиться через несколько десятилетий самым неожиданным образом. И во многих случаях отрицательные экологические и экономические последствия в будущем значительно превосходят тот положительный эффект, ради которого осуществлялось первоначальное воздействие.

Экономические цели, к которым стремятся люди, часто оказываются в тени мощных цепных реакций. Примером этого может служить антропогенная катастрофа Аральского моря и др.

*"Мягкое" управление природными процессами, системное направление их в необходимое русло с учетом законов природы эффективнее грубых техногенных вмешательств.* В этом суть правила "мягкого" управления природой. Такое управление построено на инициации полезных природных цепных реакций.

Для подтверждения данного утверждения приведем пример. В начале 60-х годов любители аквариумных растений завезли в Австралию из Южной Америки водоросль рода сальвинии, характерную для водоемов тропических и субтропических стран, и распространили по всему континенту, выливая воду из аквариумов в канализацию. Сальвиния, не имея серьезных врагов, в короткое

время заполонила все штаты, превращая водоемы в зеленое месиво, забивая водосточные каналы и очистные сооружения, сделала воду непригодной для использования в промышленности. Одна из горнодобывающих компаний на борьбу с ней израсходовала 160 тыс. долларов. Однако, несмотря на применение ядохимикатов, все усилия, а с ними и деньги пропали даром.

Спасение пришло отсюда же, откуда прибыла сальвиния. Маленький черный жук, обитающий в водоемах Бразилии, сделал то, что не смог сделать человек. Ученые выпустили в озера 1,5 тыс. бразильских жуков. Через год их было 6 тысяч. За это время они уничтожили более 50 тонн растений и вернули водоемам первоначальный вид. Ученые получили неоспоримое доказательство преимущества биологических методов решения экологических проблем, т.е. методов управления природными процессами на базе естественных закономерностей их существования и развития.

## **18. Виды антропогенных воздействий на природу. Классификация загрязнений окружающей среды**

Воздействия на природную среду с участием человека могут быть как прямыми, так и опосредованными (косвенными).

Прямое воздействие на природу - это непосредственное изменение природы в процессе хозяйственной деятельности человека (вырубка лесов, осушение болот и т.п.).

Непреднамеренные изменения природной среды в результате цепи природных реакций, каждая из которых влечет за собой изменение других, связанных с нею первичных или вторичных явлений, вследствие хозяйственных мероприятий называются опосредованными воздействиями на природу.

Цепь природных реакций вследствие вторжения хозяйственной деятельности человека в природную среду можно рассмотреть на примере вырубки лесов в бассейне реки. В результате указанного воздействия происходит, во-первых, гибель всех компонентов биогеоценоза, в данном случае леса (растительный и животный мир, климатический режим), во-вторых, усыхание притоков реки и снижение уровня грунтовых вод, уменьшение влажности почвы, снижение уровня воды в реке и озере, в которое она впадает. Эти факторы по мере их увеличения вызывают дефицит воды для города, гибель рыбы и других водных животных и растений. Таким образом, прямое воздействие на конкретную экологическую систему со стороны человека привело к целому ряду негативных явлений.

Совокупность прямых и косвенных влияний человечества на окружающую его среду называется антропогенными воздействиями. С другой стороны, совокупность воздействий человека на природу называют природопользованием. В результате природопользования происходит извлечение природных ре-

сурсов, перераспределение на Земле водных ресурсов, изменение местного климата, преобразование некоторых черт рельефа, уменьшение биологического разнообразия биоценозов, загрязнение компонентов среды огромным количеством различных веществ и физических факторов.

Загрязнением природной среды называется привнесение в нее или возникновение в ней новых, обычно нехарактерных для нее, физических, химических, информационных или биологических агентов, а также превышение в контролируемое время естественного среднесуточного уровня концентрации агентов, приводящее к отрицательным последствиям.

Причины, вызывающие загрязнение, могут быть как естественными, так и антропогенными. Природные загрязнения среды вызываются обычно катастрофическими причинами: извержением вулканов, селевыми потоками, пылевыми бурями, лесными пожарами и т.п., которые происходят без влияния человека на природные процессы. Антропогенные загрязнения, соответственно, возникают в результате хозяйственной или иной деятельности человека.

И природные, и антропогенные загрязнения обладают характерными свойствами. В связи с этим различают физические, химические и биологические виды загрязнений.

Физическим загрязнением называют такое загрязнение, которое связано с изменением физических параметров среды: механических, тепловых, световых, акустических, электромагнитных, радиационных и т.п.

Механическое загрязнение осуществляется относительно инертными в физико-химическом отношении отходами человеческой деятельности: полимерными материалами в виде различных упаковок и тары, строительным и бытовым мусором, твердыми отходами промышленного производства и т.д.

Тепловое загрязнение является результатом повышения температуры среды, главным образом, в связи с промышленными выбросами теплой воды, потоков дымовых газов или воздуха.

Развитие промышленности, транспорта, энергетики приводит к акустическому загрязнению среды в виде превышения естественного (фонового) уровня шума и ненормального изменения звуковых характеристик (периодичности, силы звука и т.п.) в населенных пунктах, в жилых и производственных помещениях. Практически любые звуки, возникшие не из природных источников, рассматриваются как антропогенное шумовое загрязнение.

Электромагнитные загрязнения возникают от линий электропередачи, радио и телевидения, работы некоторых промышленных установок и т.д. и при воздействиях на компоненты экологических систем приводят к нарушениям в тонких клеточных и молекулярных биологических структурах.

Химическое загрязнение проявляется в изменении естественных химических свойств среды. Оно происходит, когда превышаются среднесуточные колебания количества каких-либо веществ для рассматриваемого периода или

при проникновении в среду химических веществ, которые отсутствовали в ней раньше. Примерами химического загрязнения являются загрязнения тяжелыми металлами, пестицидами, отдельными химическими веществами и элементами.

Загрязнение среды может быть и биологическим, вследствие привнесения в нее и размножения нежелательных организмов. Если в экосистемы и технологические устройства проникают микроорганизмы, то загрязнение называется бактериологическим или микробиологическим.

## **19. Глобальные проблемы экологии. Экологический кризис**

Безудержное развитие техногенного типа мировой экономики привело к возникновению глобальных экологических проблем, каждая из которых способна привести к деградации человеческой цивилизации. Среди этих проблем можно выделить следующие:

- деградация земель (п.23);
- истощение природных ресурсов;
- усиление парникового эффекта (п.19);
- разрушение озонового слоя (п.19);
- выпадение кислотных дождей (п.19);
- дефицит пресной воды (п.21);
- загрязнение Мирового океана (п.21);
- исчезновение многих видов растений и животных;
- ухудшение здоровья людей и др.

Под экологическим кризисом понимается напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы.

История взаимодействия человека с природой насчитывает к настоящему времени около 6 экологических кризисов. Современный экологический кризис характеризуется опасным загрязнением окружающей среды, приближением к максимальному использованию минеральных ресурсов и энергии на поверхности Земли, а также резким нарушением экологического равновесия. Он носит название “кризиса редуцентов”, которые не в состоянии разлагать весь “букет” загрязнителей, производимых человечеством, особенно тех, что не имеют природных аналогов, а потому и организмов для их утилизации и превращения в исходные химические элементы.

Характерной особенностью нашего времени является интенсификация и глобализация воздействия человека на окружающую его природную среду, что сопровождается небывалыми ранее интенсификацией и глобализацией негативных последствий этого воздействия. И если раньше человечество испытывало

локальные и региональные экологические кризисы, которые могли привести к гибели какой-либо цивилизации, но не препятствовали дальнейшему прогрессу человеческого рода в целом, то теперешняя экологическая ситуация чревата глобальным экологическим коллапсом, поскольку современный человек разрушает механизмы целостного функционирования биосферы в планетарном масштабе. Именно это обстоятельство и позволяет говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

## **20. Загрязнение атмосферы и его последствия. Парниковый эффект, истончение озонового слоя, кислотные дожди**

Особенно остро проблема загрязнения атмосферы стала во второй половине XX века в связи с чрезвычайно высокими темпами роста промышленного производства, выработки и потребления электроэнергии, выпуска и использования в большом количестве транспортных средств.

С появлением двигателей внутреннего сгорания, крупных тепловых электростанций, дальнейшим развитием промышленности в воздушный бассейн ежегодно поступает 20 млрд. т углекислого газа, 250 млн. т пыли, 200 млн. т окиси углерода, 150 млн. т сернистого газа, 50 млн. т окислов азота, более 50 млн. т различных углеводородов.

Таким образом, наиболее распространенными веществами, загрязняющими воздушную среду, являются:

- \* угарный газ  $CO$ ;
- \* сернистый ангидрид  $SO_2$ ;
- \* окислы азота  $NO_x$ ;
- \* углеводороды  $C_nH_m$ ;
- \* пыль органического и неорганического происхождения.

Примерный относительный состав веществ в атмосфере промышленных городов:  $CO$  - 45 %,  $SO_2$  - 18 %,  $C_nH_m$  - 15 %, пыль - 12 %,  $NO_x$  - 10 %.

Кроме указанных выше вредных веществ, в атмосферу выбрасываются и другие вещества. Всего в настоящее время известно 6-7 млн. химических соединений. Из них около 3 млн.- используются на практике, 40 тыс.- обладают вредными свойствами и 12 тыс. - токсичны.

Накопление вредных газов в атмосфере приводит к изменению климатических условий на планете:

- 1) усиливается парниковый эффект;
- 2) выпадают кислотные дожди;
- 3) происходит истончение защитного озонового слоя.

Усиление парникового эффекта связано с заметным увеличением количества  $CO_2$  и других парниковообразующих газов, которые образуются, главным образом, вследствие сжигания огромных объемов органического топлива. При

нынешних тенденциях средняя температура на Земле уже к концу XXI века может повыситься на 2,5-5 °С. Такое отклонение от нормы чревато экологической катастрофой: таянием полярных ледниковых шапок и повышением уровня Мирового океана. К концу XXI века, по прогнозам, он может повыситься от 60 до 100см. Это создаст угрозу затопления низменных прибрежных районов земной суши, где сейчас проживает примерно 70% населения планеты.

Кислотные дожди образуются в результате растворения в атмосферной влаге окислов азота, серы и других веществ, которые попадают в воздух при сжигании угля и мазута на электростанциях, использующих ископаемое топливо, а также за счет выхлопных газов автомобилей, работающих на бензине. Выпадая они наносят непоправимый ущерб лесам и водоемам, нарушая естественные процессы в почве и нормальное развитие как растений, так и животных. Кислотные дожди наблюдаются в Северной Америке, Европе, а также промышленно развитых странах Востока. Здесь быстро прогрессирует вымирание лесов с их флорой и фауной, а также происходит обеднение видового биологического разнообразия озер.

Озоновый слой является основным регулятором уровня биологически активного ультрафиолетового (УФ) солнечного излучения, достигающего поверхности Земли. Небольшие дозы УФ излучения оказывают тонизирующее действие на организмы, а повышенные - пагубны для всего живого. Разрушение озонового слоя и последующее повышение уровня УФ излучения вызывает ослабление иммунной системы организма, поражение глаз (катаракта), увеличение числа заболеваний раком кожи.

В естественных условиях, сложившихся на протяжении тысячелетий существования Земли, образование и разрушение озона под воздействием УФ излучения находится в равновесии. Но активная деятельность человека, развитие промышленности привели к тому, что в атмосферу выбрасывается большое количество веществ, содержащих радикалы хлора, брома, фтора, выступающих в качестве катализаторов, способствующих распаду озона. Радикалы Cl, F, Br образуются в результате воздействия УФ излучения на хлорфторуглероды, попадающие в верхние слои атмосферы.

Хлорфторуглероды широко используются в качестве хладагентов в холодильном оборудовании, вспенивающих агентов в производстве пенопластов, растворителей для очистки металлических поверхностей и деталей, распылителей для аэрозольных упаковок, агентов пожаротушения и т.п.

Помимо указанных выше явлений, токсичные вещества, попадающие в атмосферу, вызывают острые и хронические отравления, нарушения иммунной системы, аллергические, онкологические и другие тяжелые заболевания людей и животных, а также мутагенные изменения.

## 21. Нормирование примесей в атмосфере

Основной физической характеристикой примесей атмосферы является их концентрация, т.е. масса вещества в единице объема воздуха при нормальных условиях (0 °С, 101,3 кПа). Концентрация примесей определяет физическое, химическое и другие виды воздействия вещества на человека и окружающую среду и служит основным параметром при нормировании содержания примесей в атмосфере.

Максимальная концентрация вредных веществ, не оказывающая вредного воздействия на здоровье человека, называется предельно допустимой концентрацией (ПДК).

Содержание примесей в воздухе нормируется отдельно для рабочей зоны и для населенных мест.

ПДК<sub>р.з.</sub> рабочей зоны (мг/м<sup>3</sup>) - предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, которая при ежедневной работе в пределах 8 часов в течение всего рабочего стажа не может вызывать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, непосредственно в процессе работы или в отдаленные сроки.

ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе - это такие концентрации, воздействие которых на организм человека периодически или в течение всей жизни прямо или косвенно через экологические системы не приводит к возникновению заболеваний. Согласно санитарным нормам проектирования промышленных предприятий, для населенных мест устанавливаются два вида предельно допустимых концентраций: ПДК<sub>м.р.</sub> максимальная разовая и ПДК<sub>с.с.</sub> среднесуточная.

ПДК<sub>м.р.</sub> максимальная разовая (мг/м<sup>3</sup>) — концентрация вещества в воздухе населенных мест, которая при вдыхании в течение 20 мин. не вызывает рефлекторных реакций в организме человека.

ПДК<sub>с.с.</sub> среднесуточная (мг/м<sup>3</sup>) - концентрация вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

ПДК<sub>с.с.</sub> среднесуточная устанавливается для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного или другого влияния вещества на организм человека.

Современные условия характеризуются одновременным загрязнением атмосферы множеством различных загрязнителей. В некоторых случаях совместно действующие вещества способны взаимно усиливать вредное действие друг друга. Такое явление называется *эффектом суммации*. Эффектом суммации обладают ацетон и фенол, формальдегид и соляная кислота, угарный газ и нитросоединения и др. При совместном действии нескольких веществ допусти-

мыми следует считать такие концентрации, которые удовлетворяют неравенству

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1,$$

где  $C_i$  - концентрации вредных веществ в воздухе при их совместном присутствии;

$ПДК_i$  - предельно допустимые концентрации веществ, установленные при их изолированном пребывании.

В крупных промышленных центрах, где сосредоточено много предприятий, соблюдение лишь нормативов ПДК недостаточно для сохранения качества воздуха. Если каждый объект хозяйственной деятельности будет выбрасывать в атмосферу загрязняющие вещества в количествах, близких к верхнему пределу этих норм, суммарный эффект загрязнения атмосферы окажется значительно выше допустимого. Поэтому в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78 для каждого действующего или проектируемого источника загрязнения устанавливаются предельно-допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ в атмосферу.

ПДВ (г/с или т/год) — научно-технический норматив, который устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы таким образом, чтобы выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников объекта, города и другого населенного пункта с учетом перспектив развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создавали приземную концентрацию, превышающую их ПДК в населенных пунктах.

## 22. Защита атмосферы от загрязнений

Существует ряд мероприятий, направленных на уменьшение загрязнения воздушной среды в приземном слое и атмосферы в целом. Среди них выделяют:

- технологические мероприятия;
- контрольно-запретительные мероприятия;
- санитарно-технические мероприятия;
- архитектурно-планировочные мероприятия;
- рассеивание веществ в верхних слоях атмосферы путем отведения выбросов на большую высоту.

Технологические мероприятия являются самым эффективным способом защиты атмосферного воздуха от загрязнений. Они связаны с совершенствованием технологического оборудования и процессов, протекающих с выделением вредных веществ и физических факторов, полным переходом к безот-

ходным и малоотходным технологиям и производствам. Важнейшими технологическими мероприятиями в этой области следует считать:

- снижение материалоемкости и энергоемкости продукции;
- сокращение технологических процессов, проходящих с выделением вредных факторов загрязнения;
- создание непрерывных технологических процессов;
- разработку и внедрение нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей в окружающую среду;
- герметизацию оборудования, аппаратуры, коммуникаций;
- применение замкнутых газооборотных систем;
- замену применяемых токсичных веществ малотоксичными или нетоксичными;
- использование выбросов от одних технологических операций в других технологических процессах (например, взвешенные вещества в виде сажи могут использоваться для производства красок и как наполнитель для пластмасс и резины) и др.

К контрольно-запретительным мероприятиям относятся: установление норм ПДК, ПДВ, запрещение производства отдельных токсичных продуктов, автоматизация контроля за выбросами и др. Правовой базой для проведения этого вида мероприятий является закон РБ “Об охране окружающей среды”.

Нормативной основой управления охраной атмосферы являются стандарты качества воздуха, которые содержат: классификацию загрязняющих веществ по составу, требования к методам определения загрязняющих веществ в атмосфере, правила контроля качества воздуха населенных пунктов, правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями и пр.

Большое значение для охраны воздуха населенных пунктов имеют санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. Они содержат требования к выбору площадки для строительства промышленного объекта, требования к проектированию схем застройки, санитарно-защитным зонам и т.п.

Запрещается ввод в эксплуатацию объектов не соответствующих требованиям законодательства об охране атмосферного воздуха. Нарушение установленных нормативов при воздействии на атмосферный воздух влечет за собой ограничение, приостановление выбросов вплоть до прекращения деятельности предприятий.

Субъекты хозяйствования, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих в атмосферу, должны оснащать источники выбросов сооружениями, оборудованием и аппаратурой для очистки этих выбросов, а также средствами контроля за количественным и качественным составом выбрасываемых

веществ.

Закон «Об охране атмосферного воздуха» предусматривает проведение постоянного наблюдения и контроля за воздушной средой в рамках единой государственной системы экологического мониторинга РФ.

Санитарно-технические мероприятия. В случае, когда выбросы веществ не могут быть ликвидированы путем совершенствования технологического процесса, прибегают к их очистке с помощью специального санитарно-технического оборудования. Способы очистки и соответствующее им оборудование очень разнообразны и многочисленны.

Согласно классификации, методы пылеулавливания делятся на сухие, мокрые и электрические, в зависимости от свойств среды, в которой осуществляется процесс очистки. К сухим механическим пылеуловителям относятся аппараты, в которых используются различные методы осаждения: гравитационные, инерционные, центробежные. К сухим пылеуловителям относятся также фильтры.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель жидкости или поверхности плёнки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения. В качестве орошающей жидкости чаще всего используется вода.

Для очистки технологических и вентиляционных выбросов от вредных газов используют методы адсорбции, абсорбции, хемосорбции, а также термическую, каталитическую, конденсационную и биохимическую очистки.

Архитектурно-планировочные мероприятия при постоянстве валовых выбросов позволяют существенно снизить воздействие вредных антропогенных факторов на человека. При разработке этих мероприятий особое внимание уделяется выбору площадки для места строительства хозяйственных объектов и взаимному расположению производственных зданий и жилых массивов. Площадка для строительства предприятий должна выбираться с учетом аэроклиматической характеристики и рельефа местности.

Для защиты воздушной среды в населенных пунктах от воздействия вредных веществ, запахов, повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, ионизирующих излучений и других факторов, источниками которых являются промышленные объекты, на прилегающих к ним территориях устраивают санитарно-защитные зоны. Размеры этих зон устанавливаются в зависимости от мощности предприятия, условий осуществления технологического процесса, характера и количества выделяющихся вредных факторов. Санитарно-защитные зоны благоустраиваются и озеленяются газоустойчивыми породами деревьев и кустарников.

Отведение выбросов на большую высоту приводит к усилению рассеивания примесей в атмосфере и снижению их концентрации до допустимых значений в воздушном слое, прилегающем к земной поверхности.

Данный способ не снижает загрязнения атмосферы в целом, так как общая масса выброса при его использовании не уменьшается. Тем не менее, он широко применяется в настоящее время, поскольку не все производства работают по безотходной технологии и не для всех выбросов разработаны эффективные способы очистки.

### **23. Истощение ресурсов гидросферы. Загрязнение воды. Нормирование параметров качества воды**

Водоемкость всего человеческого хозяйства в XX столетии увеличилась в 12 раз и достигла около 5 тыс.км<sup>3</sup> в год. Это почти 14% годового стока всех рек мира. Реки остаются преобладающим источником водоснабжения в мире. Около 70% мирового водопотребления приходится на сельское хозяйство, 13% - на промышленность, 10% - на коммунально-бытовые нужды, 7% - на собственные нужды водного хозяйства (гидроэнергетика, судоходство, рыбное хозяйство и др.).

Главными источниками антропогенного загрязнения гидросферы служат:

- сточные воды промышленных предприятий;
- сточные воды коммунального хозяйства городов и других населенных пунктов;
- стоки систем орошения, поверхностные стоки с полей и других сельскохозяйственных объектов;
- атмосферные выпадения загрязнителей на поверхность водоемов и водосборных бассейнов;
- преднамеренное захоронение на дне морей и океанов различных токсических отходов (в том числе радиоактивных);
- утечка и аварийные выбросы загрязняющих веществ с судов и из подводных трубопроводов.

Сточные воды – это воды, использованные на бытовые, производственные или другие нужды и загрязненные различными примесями, изменившими их первоначальный химический состав и физические свойства, а также воды, стекающие с территорий населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.

В зависимости от происхождения, вида и состава они подразделяются на три основные категории:

бытовые;

производственные;

атмосферные (поверхностные).

Ежегодно в водоемы сбрасывается 160 км<sup>3</sup> промышленных стоков, в почвы вносится свыше 500 млн. т минеральных удобрений и около 3 млн. т ядохи-

микатов, треть которых смывается поверхностными стоками в водоемы. 30% поверхности океана покрыто нефтепродуктами, которые затрудняют поступление кислорода из атмосферы в воду. Сюда же в огромных количествах попадают хлорорганические токсины, радионуклиды, тяжелые металлы.

Около 1,3 млрд. человек пользуются в быту только загрязненной водой. В результате - эпидемии холеры, тифа и других инфекционных заболеваний. Загрязнение рек и морей сопровождается размножением микроорганизмов, массовой гибелью рыб и других водных животных и растений.

Общая масса загрязнителей гидросферы огромна – около 15 млрд. т в год. К наиболее опасным загрязнителям относятся соли тяжелых металлов, фенолы, пестициды и другие органические яды, нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и другие моющие средства, минеральные удобрения.

Кроме химического загрязнения, определенное значение имеют также механическое, тепловое, радиоактивное и биологическое загрязнения.

Нормирование качества воды рек, озер и водохранилищ проводится в соответствии с санитарными правилами и нормами охраны поверхностных вод от загрязнения СанПиН №4630-88. Согласно указанным правилам, все водоемы делятся на две категории:

- 1) водоемы питьевого и культурно-бытового назначения;
- 2) водоемы рыбохозяйственного назначения.

Правила устанавливают нормируемые значения для следующих параметров воды водоемов:

- содержание плавающих примесей и взвешенных веществ,
- органолептические показатели (запах, привкус, окраска),
- температура воды,
- значение рН,
- состав и концентрации минеральных примесей,
- количество растворенного в воде кислорода,
- биохимическая потребность воды в кислороде,
- химическая потребность воды в кислороде,
- состав и предельно допустимая концентрация ядовитых, вредных веществ и болезнетворных бактерий.

ПДК<sub>В</sub> (г/м<sup>3</sup>) – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоемов питьевого и культурно-бытового водопользования. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений, а также не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Органолептическими показателями, характеризующими качество воды водоемов, являются запах, привкус, окраска.

Значение рН характеризует кислотные свойства среды. Нейтральными считаются воды с рН, находящейся в пределах от 6,5 до 8,5.

Общий уровень загрязнения водоемов может характеризоваться количеством кислорода, расходуемым на окисление загрязнителей. При этом различают биохимическую (БПК) и химическую (ХПК) потребности в кислороде.

Под БПК ( $\text{мг O}_2/\text{л}$ ) понимается такое количество кислорода в воде, которое требуется живым организмам для окисления органических загрязнителей, присутствующих в воде, за определенный промежуток времени. Процесс биохимического окисления протекает медленно, поэтому БПК записывается с индексом, обозначающим количество суток, в течение которых шло окисление: БПК<sub>5</sub>, БПК<sub>10</sub> и т.д. Причем, БПК<sub>5</sub> < БПК<sub>10</sub>. С увеличением индекса БПК стремится к какой-то предельной величине. Эту максимальную величину называют полной биохимической потребностью (БПК<sub>п</sub>).

Под ХПК понимается величина, характеризующая общее содержание в воде восстановителей, реагирующих с сильными окислителями. ХПК выражается количеством кислорода, эквивалентным количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде. На практике в качестве окислителя могут использоваться хлор, озон и другие вещества.

С целью обеспечения норм качества воды водоемов, для каждого источника сброса устанавливается предельно допустимый сброс (ПДС).

ПДС ( $\text{г/час}$ ) – это масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контролируемом пункте, которая устанавливается с учетом

- норм ПДК в местах водопользования,
- ассимилирующей способности водного объекта,
- оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды.

## **24. Рациональное использование водных ресурсов. Защита гидросферы от загрязнений**

Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения запрещают сбрасывать в водоемы сточные воды, если этого можно избежать, используя более рациональную технологию, безводные процессы и системы повторного и оборотного водоснабжения, а также если сточные воды содержат ценные отходы, которые можно утилизировать.

Широкое распространение получило повторное (последовательное) использование водных ресурсов. При этой системе водоснабжения вода использу-

ется последовательно в нескольких производственных процессах или в оборудовании без дополнительной обработки и очистки, или после соответствующей очистки (рис.8а). Особенно часто такой способ встречается в отделочном производстве при промывке или крашении продукции.

В ряде отраслей промышленности 90-95% сточных вод используется в системах оборотного водообеспечения (рис. 8б), предназначенных для многократного использования воды в технологических процессах. При оборотном водоснабжении предусматривается очистка сточной воды, охлаждение оборотной воды, обработка и повторное использование сточной воды. Применение оборотного водоснабжения позволяет в 10-50 раз уменьшить потребление природной воды.

Основным направлением уменьшения сброса сточных вод и загрязнения ими водоемов является создание замкнутых систем водного хозяйства. Под замкнутой системой водного хозяйства промышленного предприятия понимается система, в которой вода используется в производстве многократно без очистки или после соответствующей обработки, исключая образование каких-либо отходов и сброс сточных вод в водоем (рис. 8в).

Создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения – наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды.

Для защиты гидросферы от загрязнения применяют различные методы очистки производственных и бытовых сточных вод. Их можно разделить на пять групп: механические, биохимические (биологические), физико-химические, химические, термические.

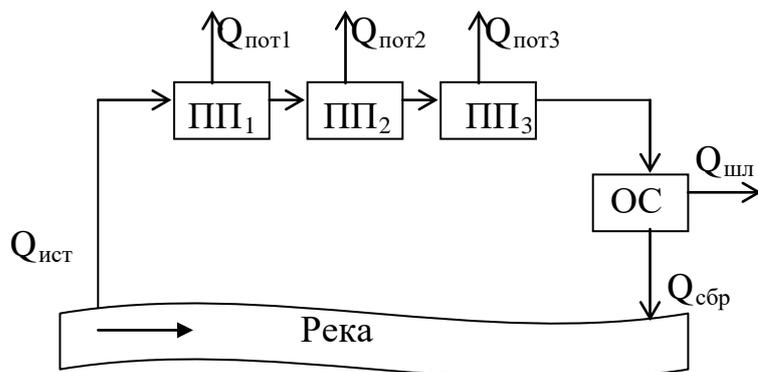
## **25. Загрязнение и деградация почв. Классификация твердых отходов**

Почва - главный фундамент жизни. Это уникальное и, в то же время, легкоуязвимое природное образование. Человек разрушает почву на глубину 1 см всего за 3 года.

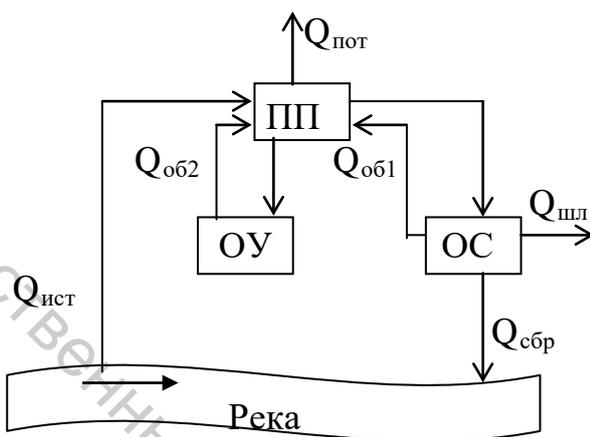
Основные причины потерь и деградации почв:

- \* ветровая и водная эрозия при механической обработке;
- \* отведение земель под строительство городов, предприятий, дорог и т.п.;
- \* затопление при строительстве ГЭС;
- \* загрязнение отходами производства и быта;
- \* закисление кислотными дождями;
- \* засоление при неграмотной агротехнике и мелиорации;
- \* химическое и радиационное загрязнение;
- \* потери при авариях.

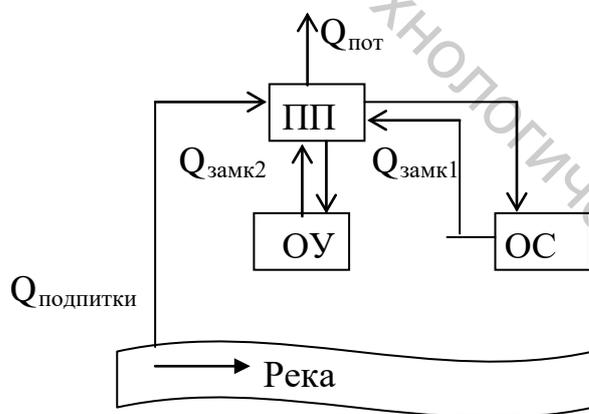
Витебский государственный технологический университет



а



б



в

Рис. 8. Схемы водообеспечения промышленных предприятий:

а) повторно-последовательная; б) оборотная; в) замкнутая

ПП – производственный процесс; ОС – очистные сооружения; ОУ – охлаждающие установки;  $Q_{ист}$  – вода, подаваемая от источника;  $Q_{пот}$  – вода безвозвратно потребляемая предприятием;  $Q_{шл}$  – вода, удаляемая со шламом;  $Q_{сбр}$  – вода, сбрасываемая в водоем;  $Q_{об1}$  – оборотная вода после очистки;  $Q_{об2}$  – оборотная вода после охлаждающих установок;  $Q_{подпитки}$  – вода, подаваемая от источника на восполнение ее потерь в процессе использования;  $Q_{замк.1}$  – вода, возвращаемая в процесс после очистки;  $Q_{замк.2}$  – вода, возвращаемая в процесс после охлаждения.

Загрязнение земель может осуществляться путем непосредственного внесения в них избыточного количества минеральных удобрений, ядохимикатов, твердых отходов, а также опосредованно через воздушную или водную среду выхлопными газами автотранспорта, осадками, сточными водами и т.п. Актуальной проблемой для Беларуси является радиоактивное загрязнение местности, вызванное аварией на Чернобыльской АЭС, которому подвержено 22% территории республики.

Поверхность земли испытывает самую значительную по массе и очень опасную антропогенную нагрузку. Ежегодно на землю попадает примерно 85 млрд. т антропогенных отходов. Преобладающая часть этого количества химически инертна. Однако, чтобы разместить его на земле, требуется уничтожить природные экосистемы на значительной площади.

На каждого жителя Земли приходится в среднем за год 0,12 т отходов потребления и около 14 т отходов переработки сырья. По РБ эти цифры несколько отличаются от мировых: отходов потребления на одного человека приходится около 0,2 т, отходов производства – 2,3 т.

Согласно классификации все твердые отходы делятся на отходы производства, отходы потребления и опасные (токсичные) отходы.

Отходы производства – остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующиеся в процессе производства продукции или выполнения работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства, а также сопутствующие вещества, образующиеся в процессе производства и не находящие применения в производстве.

Отходы потребления – изделия и материалы, утратившие свои потребительские качества вследствие физического либо морального износа. К отходам потребления принадлежат и твердые бытовые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

Опасные отходы – отходы, которые в результате реакционной способности или токсичности создают непосредственную или потенциальную опасность для здоровья человека или состояния окружающей среды самостоятельно, либо при вступлении в контакт с другими веществами (отходами) и окружающей средой.

Опасные отходы, в свою очередь, включают токсичные и радиоактивные отходы.

## **26. Основные положения концепции безотходного производства. Основные направления создания безотходных производств**

Безотходная технология – это такой способ производства (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используется сырье и энергия в цикле: сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы таким об-

разом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования.

В связи с этим можно выделить следующие основные положения концепции безотходного производства.

1. *Безотходная технология должна быть практически замкнутой системой, организованной по аналогии с природными экологическими системами.*

Основу безотходного производства должен составлять сознательно организованный и регулируемый человеком техногенный круговорот сырья, продукции и отходов. Общая схема названного круговорота представлена на рисунке 9.

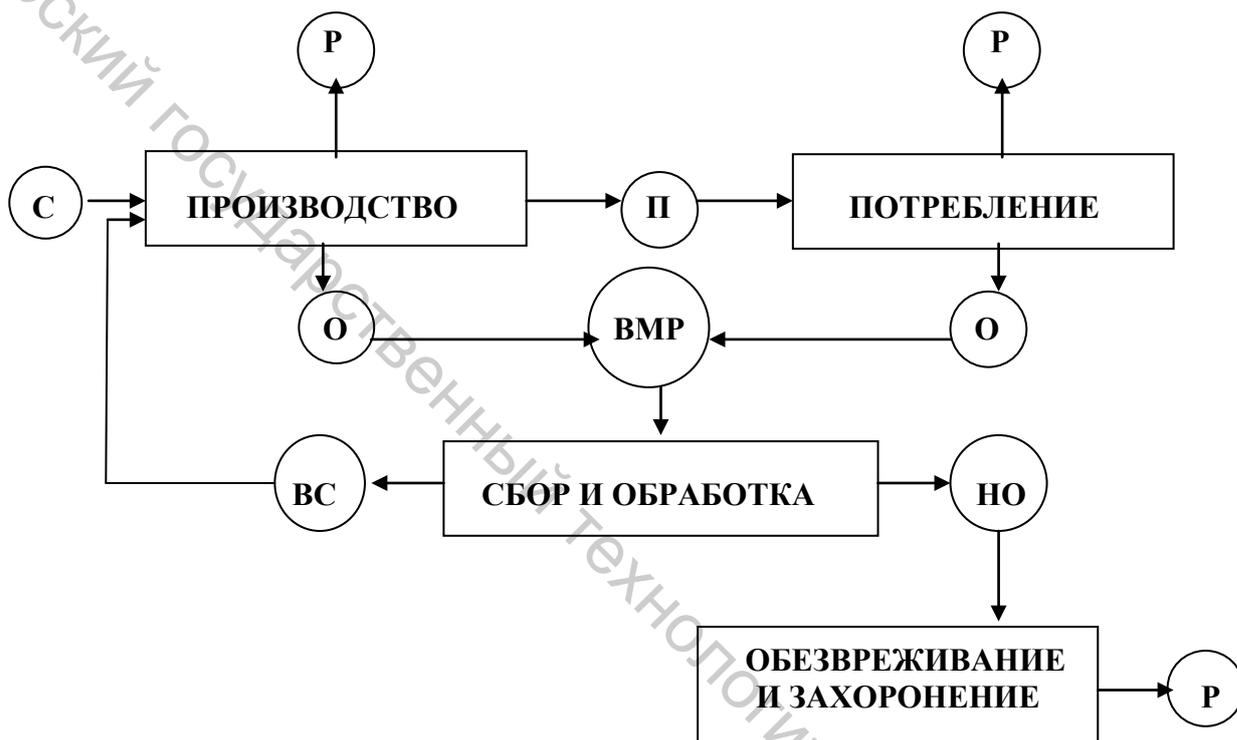


Рис. 9. Техногенный круговорот сырья, продукции и отходов.

С – первичное сырье, П – продукция, Р – рассеивание в окружающей среде газообразных и жидких отходов, О – твердые отходы, ВМР – вторичные материальные ресурсы, ВС – вторичное сырье, НО – не утилизируемые отходы.

Вторичные материальные ресурсы – совокупность отходов производства и потребления.

Вторичное сырье – часть вторичных материальных ресурсов, которая в настоящее время может повторно использоваться в хозяйстве.

Не утилизируемые отходы – часть вторичных материальных ресурсов, для которой в настоящее время отсутствуют условия использования.

2. *Основой безотходных производств является комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов.* При этом должно быть обеспечено максимально возможное использование потенциала энергетических ресурсов.

Сырье следует использовать полностью. Между «основным» и «побочным» продуктами не должно быть принципиальных отличий.

3. Составной частью концепции безотходного производства является *сохранение или ненарушение нормального функционирования окружающей среды*.

Теория безотходного производства в рамках основных законов природопользования базируется на 2-х предпосылках:

- 1) исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных;
- 2) создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства.

Определение безотходной технологии подразумевает не только производственный процесс, но затрагивает и конечную продукцию, которая должна характеризоваться:

- долгим сроком службы изделий;
- возможностью многократного использования;
- простотой ремонта;
- легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безопасную форму после выхода из строя.

Создание безотходного производства – длительный процесс, требующий решения сложнейших взаимосвязанных технологических, экономических, организационных, психологических и других задач. Поэтому в качестве промежуточного этапа для практических целей используется понятие малоотходного производства.

Малоотходная технология - это такой способ производства (процесс, предприятие, территориально-производственный комплекс), при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами; при этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

Основные направления создания безотходных производств.

1. Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и совершенствование существующих технологических процессов получения традиционных видов продукции, позволяющих исключить или сократить технологические стадии, на которых происходит образование основного количества отходов.

2. Повышение комплексности использования материальных и топливно-энергетических ресурсов, разработка и внедрение систем переработки отходов производства и потребления, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы.

3. Разработка и внедрение замкнутых водо- и газооборотных циклов.

4. Комбинирование и кооперирование производств на базе комплексной переработки сырья и использования отходов; организация и развитие территориально-производственных комплексов.

## II. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### 1. Предмет и задачи экономики природопользования. Взаимосвязь экономики и экологии

Экономика природопользования – отраслевая экономическая наука, исследующая социально-экономические закономерности использования человеком природных благ и регулирования отношений природы и общества. Она изучает особенности хозяйственного механизма природопользования и методы наиболее эффективного взаимодействия общества и природной среды в целях предотвращения ее дальнейшего загрязнения и истощения, поддержания нормальных условий воспроизводства и жизнедеятельности человека.

Предметом изучения экономики природопользования являются производственные отношения между людьми по поводу использования сил и ресурсов природы, т.е. эколого-экономические отношения.

Задачи экономики природопользования:

- разработка стратегических направлений ресурсосберегающего развития экономики и экологической политики государства;
- формирование системы государственного регулирования, прогнозирования и контроля природоохранной деятельности;
- совершенствование организационных основ управления природопользованием;
- исследование и научное обоснование хозяйственного механизма природопользования в условиях становления рыночных отношений;
- разработка экономического механизма охраны окружающей среды;
- теоретическое обоснование и выработка методических подходов к определению экономических показателей природоохранной деятельности;
- установление путей и методов повышения эффективности использования природных ресурсов.

Взаимосвязь экономики и экологии. Экономика занимается изучением процессов, протекающих в общественном и личном хозяйстве, где, как известно, осуществляется переработка природных ресурсов в необходимые предметы потребления. До недавнего времени, стремясь найти пути наиболее эффективного ведения хозяйства, экономика не учитывала в затратах ущерба, наносимого природной среде. Отсутствовала экономическая, материальная заинтересованность производителей в бережном отношении к природе, и, соответственно, выделялось недостаточно денежных средств для ее защиты. В связи с этим эко-

номика являлась одной из основных причин современного кризисного состояния природы.

Экологические проблемы стали входить в поле зрения экономики только тогда, когда кризисное состояние окружающей среды стало оказывать ощутимое отрицательное влияние на условия производства продукции и получения прибыли. Это влияние проявляется:

- в удорожании сырья и материалов в связи с истощением наиболее доступных месторождений полезных ископаемых;
- в снижении производительности труда работников, вызванного ухудшением состояния их здоровья в результате загрязнения окружающей среды;
- в ухудшении работы оборудования и качества продукции вследствие загрязненности воздуха и воды, используемых в производстве;
- в снижении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства и др.

## **2. Природно-промышленная (эколого-экономическая) система**

Хозяйственная деятельность человека не может рассматриваться как нечто изолированное от окружающей среды. Человек всегда пользовался и пользуется природными благами (природными ресурсами, природными условиями) для создания различных видов продукции, необходимых человеческому обществу. В тоже время антропогенные выбросы вредных веществ не могут не оказывать влияние на процессы, протекающие в естественных экосистемах.

Поэтому при наличии хозяйственного звена в структуру экосистемы следует включать нооценоз - совокупность средств труда, общества и продуктов труда. Таким образом, традиционная схема материально-энергетической единицы биосферы (биогеоценоз), включающая биоценоз и экотоп, преобразуется в новую схему материально-энергетической единицы техносферы - нообиогеоценоз. Принципиальная схема нообиогеоценоза представлена на рисунке 10.

В состав нообиогеоценоза входят три равноправных сообщества, которые взаимодействуют и обуславливают существование системы. Структурные составляющие нообиогеоценоза функционируют совместно и связаны между собой потоками энергии и вещества.

Нообиогеоценоз является элементарной природно-промышленной системой. Примерами нообиогеоценозов могут быть агроэкосистемы, возникшие в результате сельскохозяйственной деятельности людей; техноэкосистемы, возникшие в результате промышленной деятельности, и урбаэкосистемы, возникшие в результате поселения людей.



Рис. 10. Схема нообиогеоценоза

Таким образом, природно-промышленная (эколого-экономическая) система – это ограниченная определенной территорией часть техносферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимоподдерживающими потоками вещества, энергии и информации.

Природно-промышленные системы имеют иерархическую структуру, которая выражается следующей последовательностью (снизу вверх):

- \* нообиогеоценоз;
- \* природно-промышленный комплекс (ППК);
- \* территориально-производственный комплекс (ТПК);
- \* техносфера.

Природно-промышленный комплекс - это относительно самостоятельная природно-промышленная система, в структуру которой входят промышленные, коммунально-бытовые и аграрные объекты, относительно устойчивые и самостоятельные, которые функционируют как единое целое на основе определенного типа обмена веществом, энергией и информацией.

Совокупность природно-промышленных систем регионального уровня представляет собой территориально-производственный комплекс.

Техносфера - часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого или косвенного действия технических средств и занятая продуктами производственной деятельности.

### 3. Концепции мирового развития в связи с экологическими ограничениями

Осознание катастрофичности сложившегося типа экономического развития, конечности природных ресурсов и взаимосвязи всех эколого-экономических процессов на планете явилось важнейшей причиной начала разработки концепций мирового развития в связи с экологическими ограничениями.

Различные варианты мировой динамики показывали, что, вследствие истощения природных ресурсов, роста загрязнения окружающей среды, к середине XXI века на Земле должен разразиться кризис, мировая катастрофа: голод, сокращение численности населения, эпидемии и т.д. От катастрофы, казалось, спасал только один вариант – «нулевой рост». В соответствии с концепцией нулевого роста человечество должно было стабилизировать численность населения, прекратить промышленный рост, инвестировать и развивать только сельское хозяйство для увеличения производства продовольствия, а также сферу услуг, промышленности же только возмещать износ фондов. Однако рассмотренная теоретическая модель развития недоучла возможности научно-технического прогресса, прогресса знаний.

В 1992 году мировому сообществу была предложена новая концепция развития, основной постулат которой сформулирован так: есть пределы росту, но нет – развитию. Под ростом здесь следует понимать количественное увеличение, под развитием – качественное изменение. Эта концепция предусматривает переход к сбалансированному устойчивому развитию. При этом необходимо:

- совершенствовать контроль за источниками природных ресурсов и загрязнений, постоянно иметь реальную информацию о состоянии экономики и окружающей среды и т.п.;
- сокращать время отклика на сигналы о чрезмерной нагрузке на окружающую среду, предсказывать возникновение проблем;
- сводить к минимуму использование невозобновимых ресурсов;
- предотвращать разрушение возобновимых ресурсов (охрана, соответствие темпов использования темпам самовосстановления, санкции за чрезмерную эксплуатацию);
- использовать все ресурсы с максимальной эффективностью;
- замедлять, а в перспективе прекращать экспоненциальный рост численности населения.

Наряду с рассмотренными выше концепциями мирового развития существуют и другие, так называемые экстремистские эколого-экономические концепции. Неспособность добиться радикального изменения в отношениях между экономикой и окружающей средой привела к появлению концепции экотопии.

Это теория всяческого ограничения экономического развития. Это даже не нулевой рост, а, скорее, минусовой рост. Основные положения этой концепции:

- возврат к природе;
- биологическое и культурное разнообразие;
- простые технологии;
- отказ от научно-технического прогресса, который только разрушает окружающую среду;
- нравственное совершенствование людей.

Много внимания в различных видах экотопии уделяется социальным, религиозным и духовным аспектам совершенствования человека. Эти концепции лежат в основе программ партии «зеленых» во многих странах.

#### **4. Устойчивое социально-экономическое развитие. Национальная программа устойчивого развития РБ**

Из предложенных концепций развития предпочтение было отдано концепции устойчивого развития. В 1992 году в Рио-де-Жанейро конференция организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию приняла «Повестку дня на XXI век». Этот документ является стратегией социально-экономического развития мирового сообщества на будущее. В нем отмечено: «Поскольку значительная часть природных ресурсов планеты к настоящему времени исчерпана, а экологическая ситуация становится все более неблагоприятной, следование человечества прежним путем развития неприемлемо». Ставится задача перехода к устойчивому развитию, при котором удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения обеспечивается при сохранении подобной возможности для будущих поколений.

Основные принципы концепции устойчивого развития:

- \* удовлетворение потребностей ныне живущих людей, но не в ущерб потребностям будущих поколений;
- \* сохранение способностей окружающей среды к самовосстановлению;
- \* регулирование роста народонаселения;
- \* всем народам должно быть гарантировано право на обладание элементарным минимумом благ;
- \* чрезмерное ресурсопотребление одной части человечества не должно осуществляться за счет обнищания другой части.

Переход к устойчивому развитию предполагает постепенное восстановление естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Этого можно достичь только усилиями всего человечества, но начинать движение к этой цели каждая страна должна самостоятельно.

Для обеспечения эффективного участия Республики Беларусь в решении вопросов устойчивого социально-экономического и экологического развития на национальном и международном уровнях была разработана Национальная стратегия устойчивого развития. В ней предусмотрены комплексные меры по защите атмосферы, охране и рациональному использованию земельных, лесных, минерально-сырьевых, водных ресурсов, по сохранению биологического разнообразия, по экологически безопасному удалению опасных и радиоактивных отходов. Ставятся задачи:

- рационального ведения хозяйства с минимизацией отрицательного воздействия на окружающую среду;
- быстрого и ощутимого сокращения потребления сырья и материалов при изготовлении предметов потребления, т.е. снижения материалоемкости продукции;
- снижения энергоемкости добычи и переработки сырья и материалов, производства готовых изделий, транспортных и других услуг;
- создания малоотходных и безотходных технологий;
- изменения структуры энергобаланса, путем уменьшения в нем доли нефти и угля в пользу природного газа, менее загрязняющего окружающую природную среду, а также в пользу нетрадиционных источников энергии - ветровой, солнечной, атомной и т.п.;
- максимального вовлечения в оборот вторичных сырьевых и энергоресурсов.

## **5. Основные направления экологизации экономики**

Современное состояние отношений экологии и экономики показывает необходимость замены сложившегося техногенного типа развития на устойчивый экологосбалансированный тип. Для этого необходим пересмотр направленной структурной и инвестиционной политики, нужны соответствующие рыночные регуляторы.

Основные направления экологизации экономического развития:

- структурная перестройка экономики;
- развитие малоотходных, ресурсосберегающих, энергосберегающих производств;
- совершенствование прямых природоохранных мероприятий.

В настоящее время наблюдается перепотребление природных ресурсов в связи с нерациональной экономической структурой, диспропорцией в развитии природоэксплуатирующих и обрабатывающих отраслей, отсталой технической базой. В связи с этим на макроуровне экономического развития необходимо осуществить структурную перестройку, предполагающую глобальное перерас-

пределение трудовых, материальных и финансовых ресурсов народного хозяйства в пользу ресурсосберегающих, энергосберегающих, технологически передовых отраслей и видов деятельности. Это позволит снизить природоемкость продукции, уменьшить нагрузку на окружающую среду, сократить общую потребность в природных ресурсах.

Кроме того, экологизация экономики предполагает:

- включение экологических условий, факторов и объектов в число экономических категорий как равноправных с другими категориями богатства;
- переход на новую систему ценообразования с учетом экологических факторов, ущербов и риска;
- расширение и уточнение системы платности природопользования;
- подчинение экономики экологическим ограничениям и принципу сбалансированности природопользования;
- переход производства к стратегии качественного роста на основе совершенствования технологий под эколого-экономическим контролем;
- отказ от затратного подхода к охране окружающей среды и включение природоохранных функций непосредственно в экономику производства;
- снижение избыточности ассортимента товаров при усилении экологического контроля их качества.

На микроуровне экономики, т.е. в рамках территориально-производственных комплексов, предприятий, цехов, необходимо развивать малоотходные, ресурсосберегающие и энергосберегающие технологии. Целью развития данных технологий является создание замкнутых технологических циклов с полным использованием поступающего сырья.

Прямые природоохранные мероприятия являются традиционным способом охраны окружающей среды. И хотя они предполагают борьбу со следствиями техногенного развития, а не ликвидацию причин, тем не менее, и сейчас, и в дальнейшем их роль будет достаточно велика. Поэтому совершенствование этого типа мероприятий остается актуальной задачей.

## **6. Хозяйственный механизм природопользования**

Хозяйственный механизм природопользования (ХМП) представляет собой систему форм и методов организации и регулирования процессов природопользования, обеспечивающих удовлетворение потребностей общества в сырье и материалах, в чистоте и разнообразии окружающей среды.

Хозяйственный механизм природопользования включает в себя:

- организацию управления охраной окружающей среды и использованием природных ресурсов;
- эколого-экономическое прогнозирование и планирование;
- финансирование природоохранных мероприятий;
- экономическое стимулирование рационального природопользования;
- контроль и учет в области природопользования;
- правовое регулирование и т.п.

Следует отличать понятие “хозяйственный механизм природопользования” от понятия “экономический механизм природопользования”. Хозяйственному механизму природопользования, сложившемуся в условиях централизованно-плановой экономики бывшего СССР, свойственны административно-командная направленность, почти абсолютная централизация и детальная регламентация всей природоохранной и ресурсосберегающей деятельности. Социально-экономическая трансформация, происходящая в настоящее время, требует принципиально новых подходов к процессам организации, управления и регулирования природопользования. В процессе формирования рыночных отношений в ХМП должны произойти коренные перемены, связанные с расширением сферы применения экономических методов управления.

Экономический механизм природопользования – совокупность экономических методов управления, призванных создать материальную заинтересованность природопользователя в оптимизации процессов его взаимодействия с окружающей средой.

## **7. Система прогнозирования и планирования природоохранной деятельности**

Эколого-экономическое прогнозирование и планирование – система намеченных и обеспеченных финансированием мероприятий, направленных на сокращение ущерба от загрязнения окружающей среды, предупреждение нарушения природного баланса и создание фундамента будущего социально-экономического развития страны и ее регионов, рассчитанная на определенный плановый период.

Одна из существенных особенностей разработки плана-прогноза природопользования состоит в том, что объектом планирования являются не только социально-экономические, но и природные процессы и явления. Природа, как известно, инерционна, консервативна, изменения в ней происходят медленнее, чем в общественной жизни. В связи с этим огромное значение приобретают заблаговременное предвидение возможных последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, составление долгосрочных программ и прогнозов, в которых определяется экологическая стратегия хозяйственного развития.

Схема организации прогнозирования и планирования природопользования в РБ представлена на рисунке 11.

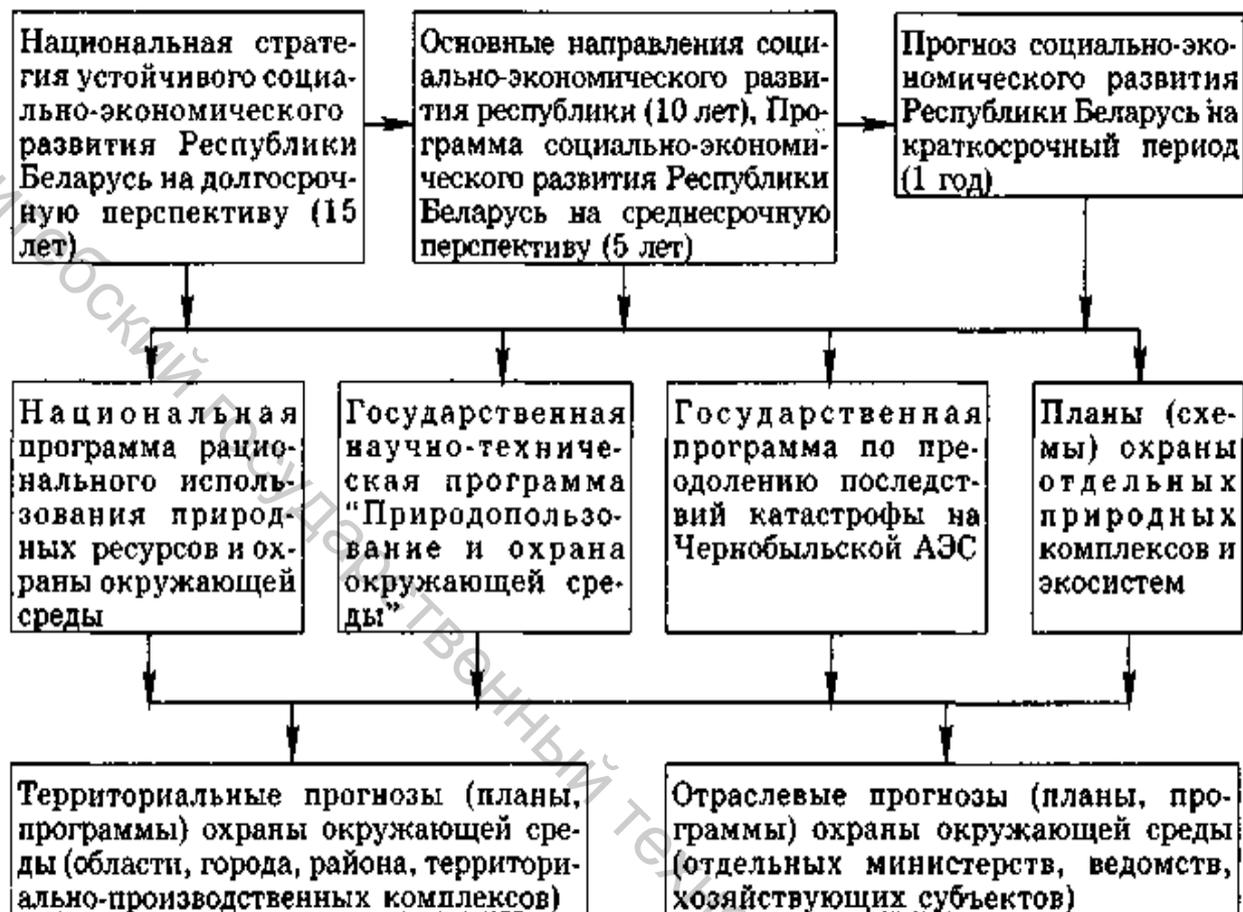


Рис. 11. Схема организации прогнозирования и планирования природопользования и природоохранной деятельности в РБ.

На верхнем уровне эколого-экономическое прогнозирование и планирование осуществляются в рамках системы государственного социально-экономического планирования. Все приведенные в верхнем ряду схемы документы имеют разделы, отражающие пути решения экологических проблем и рационального природопользования с различной степенью детализации.

Второй ряд схемы занимают программы и планы конкретного эколого-экономического прогнозирования по периодам времени на уровне государства и особо важных природных комплексов и экологических систем.

Природоохранное прогнозирование и планирование осуществляется на территориальном и отраслевом уровнях. Территориальное прогнозирование и планирование на государственном уровне призвано обеспечить экономически обоснованное развитие и размещение производительных сил страны с учетом экологической емкости территории. На местах планы-прогнозы охраны окру-

жающей среды разрабатываются соответствующими территориальными исполнительными органами управления. Составляются областные, городские, районные программы рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Отраслевое природоохранное планирование проводится министерствами, ведомствами, объединениями и предприятиями, согласовывается с основными показателями территориального планирования и, чаще всего, связано с проблемами рационального использования отдельных видов природных ресурсов.

На крупных и средних предприятиях самостоятельно разрабатываются текущие и перспективные планы мероприятий по охране окружающей среды. Обычно в них находят отражение следующие аспекты природоохранной деятельности:

- разработка и совершенствование технологических процессов с целью сокращения негативного воздействия на окружающую среду;
- строительство, реконструкция и оборудование природоохранных и ресурсосберегающих объектов;
- содержание и эксплуатация очистных сооружений и утилизационных установок, повышение эффективности их использования;
- снижение выбросов (сбросов, отходов) по отношению к предыдущему году;
- контроль за работой природоохранных объектов, экологический аудит;
- разработка экологического паспорта предприятия и др.

Помимо приведенных выше видов планов-прогнозов, существует также прогнозирование и планирование рационального использования отдельных видов природных ресурсов и охраны природных сред: атмосферного воздуха, водных, земельных, лесных, минерально-сырьевых, биологических ресурсов, территорий, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС.

## **8. Организация управления природопользованием. Методы управления природопользованием**

Управление природопользованием – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охраны окружающей среды, а также по обеспечению режима законности в эколого-экономических отношениях.

Механизм управления природопользованием объединяет методы, функции и организационные структуры (органы управления).

Методы управления представляют собой способы воздействия на поведение и деятельность управляемых с целью обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды. К ним относятся:

- административные (административно-распорядительные) методы, обеспечиваемые возможностью государственного принуждения;
- экономические методы, создающие непосредственную материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в выполнении необходимых экологических мероприятий, решений органов управления в сфере природопользования;
- социально-психологические методы или методы морального стимулирования, которые реализуются как посредством мер поощрительного характера, так и воздействия на нарушителей (благодарности, выговоры и т.п.).

Система регулирования (управления) природопользования приведена на рисунке 12.



Рис.12. Система регулирования (управления) природопользования

Наиболее распространенными и действенными до настоящего времени остаются административные методы управления природопользованием. Основными инструментами административного регулирования являются стандарты, нормы, нормативы, законы, постановления, применяемые государственными природоохранными органами, а также разрешения и запреты на природопользование, ограничения, лимиты, система надзора за деятельностью субъектов хозяйствования и т.п.

Административные методы управления предусматривают также формирование системы и осуществление руководства организационно-хозяйственными мероприятиями, к которым можно отнести:

- экологический мониторинг (п.13);
- экологическую экспертизу и аудит (п.14);
- учет и контроль за природоохранной деятельностью (п.13) и др.

Экономические методы управления предполагают использование стоимостных рычагов, побуждающих все хозяйственные звенья к реализации государственной экологической политики. К таким рычагам относятся:

- рентные платежи;
- платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды;
- штрафы за нарушение экологических стандартов и лимитов природопользования;
- система налоговых льгот, льготное кредитование, субсидирование и др.

Управление природопользованием связано с осуществлением ряда специфических функций, т.е. видов деятельности, воздействующих на эколого-экономические отношения. Общими для всех отраслей и звеньев управления природопользованием являются:

- нормотворчество и законодательная инициатива в области охраны окружающей среды и природопользования;
- учет природных объектов и ведение природных кадастров;
- осуществление мониторинга окружающей среды;
- экологический контроль, экспертиза и аудит;
- эколого-экономическое прогнозирование и планирование;
- экономическое стимулирование природоохранной деятельности;
- разрешение споров о праве пользования природными ресурсами и др.

## **9. Органы управления природопользованием. Отраслевой и территориальный принцип управления**

Система органов управления природопользованием и природоохранной деятельностью приведена на рисунке 13.

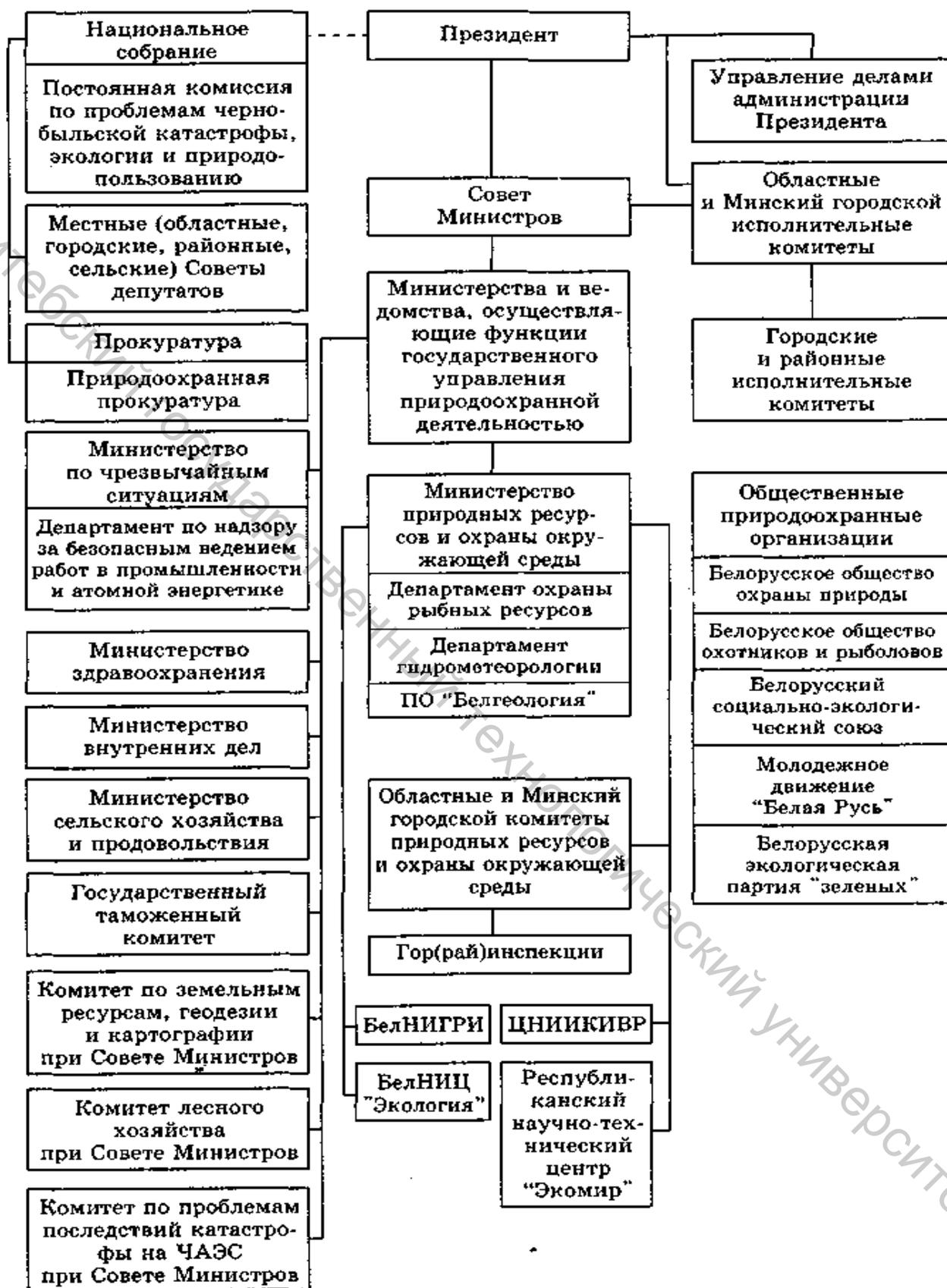


Рис.13. Схема управления природопользованием и природоохранной деятельностью РБ.

Организационно управление природопользованием осуществляется посредством территориального и отраслевого принципов.

Территориальный принцип управления реализуется Президентом РБ, Национальным собранием, Советом Министров. На местах – областными, городскими, районными, поселковыми, сельскими Советами депутатов, а также их исполкомами, которые несут ответственность за состояние окружающей среды на подведомственных территориях.

Отраслевой принцип управления проявляется в осуществлении государственного контроля за состоянием природных ресурсов и принятием мер по их охране и рациональному использованию со стороны отраслевых министерств и ведомств (рис.13).

Основным государственным органом управления природопользованием в РБ является Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Подведомственными ему органами управления на местах являются 6 областных, Минский городской комитеты, 123 гор(рай)инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также департаменты рыбоохраны, гидрометеорологии и др.

К природоохранному комплексу предприятий относятся:

- группы охраны природы;
- участки очистных сооружений, водоснабжения и канализации;
- санитарно-промышленные лаборатории.

В настоящее время на предприятиях внедряются системы управления окружающей средой, соответствующие требованиям международных стандартов серии ИСО 14000.

Система управления окружающей средой – часть общей системы административного управления, которая включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Экологическая политика – основные направления и цели организации в области охраны окружающей среды, официально сформулированные ее высшим руководством.

## **10. Правовое регулирование природопользования и природоохранной деятельности**

Основу современного законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования составляют:

- Конституция РБ (ст. 34,46,55);

- Концепция государственной политики РБ в области охраны окружающей среды;
- Законы РБ в области охраны окружающей среды:
  - «Об охране окружающей среды» (1992 г.);
  - «О государственной экологической экспертизе» (2000 г.);
  - «Об отходах» (2000 г.);
  - «О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)» (1991 г.);
  - «О платежах за землю» (1991 г.);
  - «Об особо охраняемых территориях» (2000 г.);
  - «Об охране атмосферного воздуха» (1997 г.);
  - «О питьевом водоснабжении» (1999 г.);
  - «Об охране и использовании животного мира» (1996 г.);
  - «Об охране озонового слоя» (2001 г.);
  - «О растительном мире» (2003 г.);
  - Кодекс о земле (1999 г.);
  - Лесной кодекс (2000 г.);
  - Кодекс о недрах (1997 г.);
  - Водный кодекс (1998 г.).

Ныне действующая Конституция вменяет в обязанность каждому гражданину охрану природы, окружающей среды, бережное отношение к природным богатствам и одновременно гарантирует право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии, а также на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу людей экологическими нарушениями.

Важным шагом в обеспечении правовой защиты природы в республике является Закон «Об охране окружающей среды». Этот закон обеспечивает правовые основы природоохранной деятельности, защиту прав человека на благоприятную для его жизни и здоровья среду обитания, определяет экологические основы охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений. В законе определена роль Верховного Совета, правительства и местных советов в выработке и реализации экологической политики, установлена юридическая основа для процесса экологической экспертизы, экологического мониторинга, выделения природных охраняемых территорий и зон экологического бедствия; предусмотрено создание внебюджетных фондов для финансирования мероприятий по защите окружающей среды и т.п.

Закон «О государственной экологической экспертизе» устанавливает юридическую обязанность предприятий и органов власти по проведению экологической экспертизы всех проектов развития и видов деятельности, оказывающих отрицательное влияние на состояние окружающей среды.

Закон «Об отходах» призван содействовать предотвращению отрицательного воздействия отходов на окружающую среду и человека при обращении с ними и максимальному вовлечению их в хозяйственный оборот как дополнительного источника сырья. Закон регулирует отношения, возникающие в процессе работы с отходами, порядок хранения, переработки и захоронения отходов, определяет обязанности субъектов хозяйствования в области обращения с отходами и т.п.

Законы «О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)» и «О платежах за землю» регламентируют платность всех видов природопользования. В соответствии с этими законами все природопользователи облагаются экологическим налогом за пользование природными ресурсами и за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду.

Нарушение природоохранного законодательства субъектами хозяйствования или отдельными гражданами влечет за собой:

- административную,
- дисциплинарную,
- материальную,
- уголовную ответственность.

Наиболее распространенными являются меры административной ответственности – штрафы, предупреждения, запреты (временное закрытие предприятий или запрет на пользование природными ресурсами).

Дисциплинарная ответственность предусматривается за неисполнение или ненадлежащее исполнение конкретными работниками своих должностных обязанностей в области охраны окружающей среды. К мерам такой ответственности относятся выговоры, лишения премий, понижения в должности.

Материальная ответственность наступает при нанесении ущерба государству, другим хозяйственным объектам или гражданам при наличии всего набора признаков правонарушения. Обязанность возмещать ущерб возникает при предъявлении исков от пострадавшей стороны или контролирующих организаций.

К уголовной ответственности привлекаются субъекты, виновные в нанесении значительного ущерба природной среде, в действиях которых содержатся признаки общественной опасности. Конкретные составы экологических преступлений установлены в Уголовном кодексе РБ, в частности, умышленное уничтожение или значительное повреждение лесных массивов путем поджога или неосторожного обращения с огнем, незаконная рубка леса и др.

## **11. Экономическое стимулирование рационального природопользования**

Экономическое стимулирование рационального природопользования может осуществляться методами позитивной и негативной мотивации. Эти две

стороны стимулирования можно определить как меры заинтересованности и меры ответственности.

Методы негативной мотивации призваны противодействовать нарушениям установленных экологическим законодательством актов и нормативов. К ним относятся:

- штрафные санкции за нарушение природоохранного законодательства;
- платежи за потребление природных ресурсов;
- платежи за загрязнение окружающей среды;
- возмещение ущерба, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей среды.

Методы позитивной мотивации нацелены на поощрение природопользователей, осуществляющих мероприятия по сохранению природной среды. Среди мер материального поощрения практикуются:

- налоговые льготы (освобождение от платежей в бюджет за производственные фонды природоохранного назначения);
- льготное кредитование капитального строительства природоохранных сооружений;
- премирование по результатам экологической деятельности;
- оставление в распоряжении предприятий и зачисление в фонды экономического стимулирования части прибыли от реализации продукции, изготовленной из отходов производства.

К сожалению, методы позитивной мотивации в настоящее время развиты слабо и не всегда эффективны. В мировой практике действенными мерами являются:

- совершенствование ценообразования с учетом затрат на экологизацию производства и выпускаемой продукции;
- компенсационные выплаты предприятиям за улучшение природоохранных показателей;
- предоставление беспроцентных займов на разработку, внедрение и приобретение экотехники и экотехнологий;
- экологическое страхование и др.

## **12. Экологический налог**

В целях компенсации ущерба, наносимого природе в результате использования природных ресурсов, а также выброса (сброса) загрязняющих веществ, в РБ принят закон «О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог)». В соответствии с этим законом все природопользователи независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности облагаются экологическим налогом.

Экологический налог состоит из платежей за пользование природными ресурсами и за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных лимитов, а также за сверхлимитные добычу и выброс (сброс). Лимиты добываемых природных ресурсов и допустимых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные источники определяются Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды по областям. Ставки налога устанавливаются в соответствии с утвержденными нормативами.

Ставка налога за тонну выбрасываемого загрязняющего вещества в атмосферный воздух устанавливается в зависимости от класса опасности загрязнителя.

Ставки налога за сбросы загрязняющих веществ в водоемы зависят от вида водоема, в который осуществляется сброс, и степени очистки сточных вод. Оплата ведется за каждый  $1\text{ м}^3$  сточных вод без учета опасности сбрасываемых загрязняющих веществ.

За выбросы загрязняющих веществ сверх установленных лимитов налог взимается в 15-кратном размере, а за превышение установленных объемов добычи природных ресурсов – в 10-кратном.

Внесенные суммы налога за пользование природными ресурсами и выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду в пределах установленных лимитов относятся на издержки производства, т.е. включаются в себестоимость продукции, а сверх установленных лимитов – изымаются из прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

### **13. Наблюдение, учет и контроль в области охраны окружающей среды**

Получение объективной информации о природной среде и характере антропогенных воздействий на нее требует постоянного наблюдения и контроля за состоянием окружающей среды. Для этой цели используются различные системы мониторинга.

Национальная система мониторинга окружающей среды РБ включает несколько видов мониторинга (рис. 14).

Медицинский мониторинг – слежение и контроль за показателями качества окружающей человека среды, соблюдение которых обеспечивает условия, благоприятные для жизни и безопасные для здоровья; прогноз состояния здоровья населения в условиях многофакторного воздействия окружающей среды.

Мониторинг окружающей среды – непрерывное комплексное наблюдение за состоянием атмосферного воздуха, гидросферы, земель, физическими явлениями и др., а также оценка и прогноз состояния окружающей среды и ее загрязнения.

Биологический мониторинг – слежение за биологическими объектами (растительным и животным миром).

Импактный мониторинг – слежение за природными процессами и явлениями в особо опасных для состояния природной среды районах:

- чрезвычайных ситуаций (при угрозе и возникновении аварий, катастроф, стихийных бедствий);

- локальный (наблюдение за воздействием на окружающую среду промышленных объектов или отдельных источников).

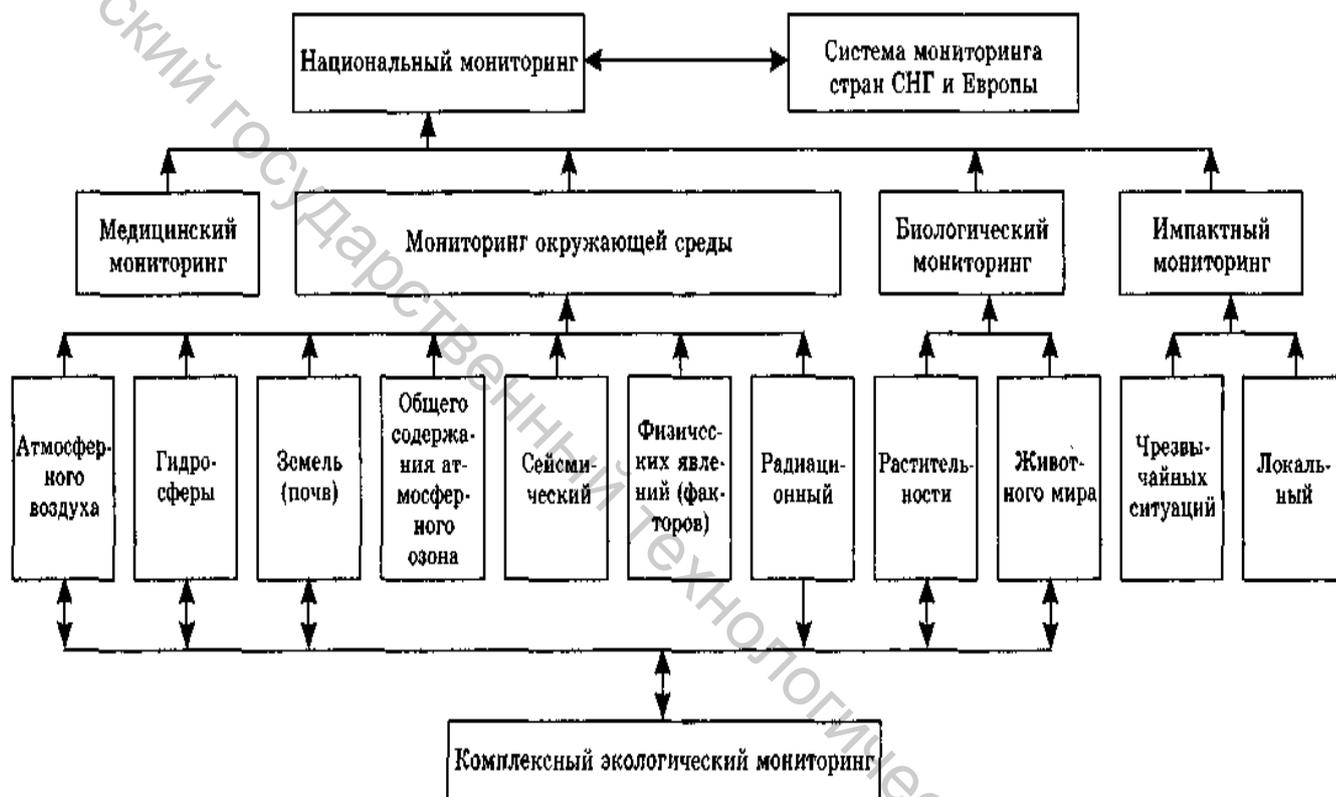


Рис. 14. Организация Национальной системы мониторинга окружающей среды РБ

Экологический мониторинг - это процесс сбора информации в пространстве и времени о состоянии окружающей среды в глобальном, региональном, национальном и локальном масштабах, для того чтобы на ее основе производить оценку прошлого и современного состояния окружающей среды и предсказывать будущие тенденции ее изменения, имеющие прямое и косвенное значение для человека. Данные мониторинга позволяют осуществлять в дальнейшем регулирование и управление параметрами окружающей среды.

Для учета количественных, качественных и иных характеристик природных ресурсов, а также объема, характера и режима их использования ведутся государственные кадастры природных ресурсов.

Кадастр природных ресурсов – это систематизированный свод сведений количественных, качественных и территориально-адресных показателей о естественно-физических, экологических, хозяйственных, экономических характеристиках и правовом статусе природных ресурсов. Кроме того, кадастр отражает характер изменений состояния ресурсов под воздействием природных и антропогенных факторов, рекомендации по рационализации использования ресурсов и необходимым мерам их охраны.

#### **14. Оценка воздействий на окружающую среду. Экологические экспертиза, аудит, сертификация**

Важным инструментом предупреждения негативных антропогенных воздействий на природу является экологическая экспертиза проектов хозяйственного развития.

Экологическая экспертиза – система комплексной оценки всех возможных экологических и социально-экономических последствий осуществления планируемой хозяйственной деятельности, направленная на предотвращение ее отрицательного влияния на окружающую среду и на решение намеченных задач с наименьшими затратами ресурсов.

Экологическая экспертиза может быть государственной и общественной.

Государственная экологическая экспертиза – проверка соответствия проектных решений планируемой деятельности требованиям законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды.

Объектами государственной экологической экспертизы являются:

- концепции, программы и схемы отраслевого и территориального социально-экономического развития;
- схемы комплексного использования и охраны природных ресурсов;
- градостроительная документация (генеральные планы городов и населенных пунктов, проекты и схемы детальной планировки);
- обоснования инвестиций в строительство, проектная документация на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию, изменение профиля производства независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности.

Государственная экологическая экспертиза проводится в целях:

- определения достаточности и обоснованности мер по охране окружающей среды, предусмотренных проектным решением планируемой хозяйственной или иной деятельности;
- определения уровня экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления планируемой деятельности и прямо или косвенно оказать воздействие на окружающую среду;

- предупреждения возможных неблагоприятных воздействий планируемой деятельности на окружающую среду и связанных с ними негативных последствий.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных объединений, а также органов местного самоуправления.

До принятия решения о реализации проектных решений инициатор планируемой хозяйственной или иной деятельности представляет в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды документы, характеризующие уровень экологической безопасности планируемой деятельности и содержащие перечень мероприятий по предотвращению негативных воздействий на окружающую среду. Документы должны содержать отчет о результатах проведения оценки воздействия на окружающую среду

Оценка воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной или иной деятельности – это деятельность, осуществляемая на стадии проведения проектных работ и направленная на определение видов воздействия на окружающую среду в результате осуществления планируемой деятельности, а также определение соответствующих изменений в окружающей среде и прогнозирование ее состояния.

По результатам проведенной экспертизы составляется экспертное заключение, содержащее выводы о соответствии проектных решений требованиям законодательства РБ об охране окружающей среды и целесообразности их реализации.

Финансирование и реализация проектных решений планируемой деятельности без положительного заключения государственной экологической экспертизы запрещаются.

Экологическое аудирование – это независимая проверка действующих предприятий, фирм и организаций, направленная на:

- сбор информации о сбросах (выбросах) загрязняющих веществ, удалении отходов и других процессах, вызывающих загрязнение окружающей среды;
- оценку этой информации с точки зрения соблюдения природоохранных нормативов;
- оказание помощи субъектам хозяйствования в определении путей и способов уменьшения риска воздействия на окружающую среду.

Экологический аудит может быть как внешним, т.е. проводимым по инициативе, исходящей извне предприятия, так и внутренним, проводимым по решению самой проверяемой организации. Внешний аудит является независимой формой аудита. Внутренний аудит проводится службами предприятия самостоятельно на добровольной основе на условиях и под контролем руководства. В связи с этим внутренний аудит не может заменить внешний.

Различают аудит обязательный и инициативный. Обязательный аудит проводится в случаях, прямо установленных нормативно-правовыми актами. Инициативный аудит проводится по инициативе самого субъекта хозяйствования.

Экологический аудит позволяет своевременно выявить проблемы предприятия и снизить его природоохранные расходы в будущем.

Жесткая необходимость принятия неотложных мер по повышению экологической безопасности и охраны окружающей среды привела к использованию для этих целей процедур сертификации.

**Экологическая сертификация** – это деятельность компетентных органов и субъектов хозяйствования по подтверждению соответствия объекта сертификации требованиям охраны окружающей среды, установленным законодательством и другими нормативными документами.

Целями экологической сертификации являются:

- защита потребителей от приобретения (использования) товаров, работ и услуг, которые опасны для окружающей среды;
- предотвращение загрязнения окружающей среды при производстве, использовании и ликвидации (утилизации, переработке) продукции;
- обеспечение экологической безопасности оборудования, технологических процессов, производств и продукции;
- внедрение экологически безопасных технологических процессов, оборудования, производств;
- предотвращение ввоза в страну экологически опасной продукции и технологий;
- интеграция экономики РБ в мировой рынок;
- содействие экспорту и повышение конкурентоспособности отечественной продукции;
- выполнение международных обязательств.

Объектами экологической сертификации являются:

- 1) продукция, способная оказывать вредное воздействие на окружающую среду, жизнь и здоровье населения;
- 2) системы управления окружающей средой производственных, опытно-экспериментальных и других объектов, предприятий и организаций;
- 3) территории.

После проведения работ по экологической сертификации принимается решение о возможности выдачи экологического сертификата соответствия. Предприятиям, сертифицировавшим свою продукцию и системы управления окружающей средой, предоставляется право маркировать свою продукцию знаком экологически чистой продукции, что существенно повышает ее конкурентоспособность

## 15. Виды экологических стандартов

Базой для определения степени вредного воздействия хозяйственного объекта на окружающую среду являются экологические нормативы и стандарты, которые охватывают все аспекты влияния объекта на среду. Различают следующие природоохранные стандарты:

- 1) стандарты качества окружающей среды;
- 2) стандарты воздействия на окружающую среду;
- 3) технологические стандарты;
- 4) стандарты качества продукции;
- 5) стандарты экологического менеджмента.

Стандарты качества окружающей среды регламентируют допустимое состояние воздушного, водного бассейнов, почв и других природных сред. Основой этого вида стандартов являются научно обоснованные и законодательно установленные предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в компонентах окружающей среды, а также другие нормируемые показатели (органолептические, физические).

Стандарты воздействия на окружающую среду определенного производства регламентируют уровень выбросов (сбросов) вредных веществ из источников загрязнения после применения очистного оборудования. Эта группа стандартов определяет требования к установлению предельно допустимых выбросов (сбросов) (ПДВ, ПДС, ПДН).

Технологические стандарты устанавливают определенные экологические требования к технике, оборудованию, процессам производства или очистным технологиям. Они регламентируют уровни шума, вибрации, излучения и др. для указанных объектов.

Стандарты качества продукции устанавливают допустимое содержание тех или иных вредных примесей (нитратов, пестицидов и др.) в продуктах питания, питьевой воде. Для промышленных товаров они определяют содержание синтетических материалов, прочность окраски и др.

Стандарты экологического менеджмента включают в себя требования к системам управления окружающей средой предприятий и организаций, экологическому аудиту, оценке жизненного цикла продукции, экологической маркировке.

## 16. Источники и пути финансирования природоохранных мероприятий

Закон РБ “Об охране окружающей среды” четко определил важнейшие источники финансирования экологических программ и мероприятий по охране окружающей среды:

- республиканский и местные бюджеты;

- средства юридических лиц, добровольные взносы населения, иностранных граждан, а также иных источников;
- республиканский, местные внебюджетные фонды и общественные фонды охраны природы;
- кредиты банков.

Источники образования и направления использования этих фондов представлены на схеме (рис.15).

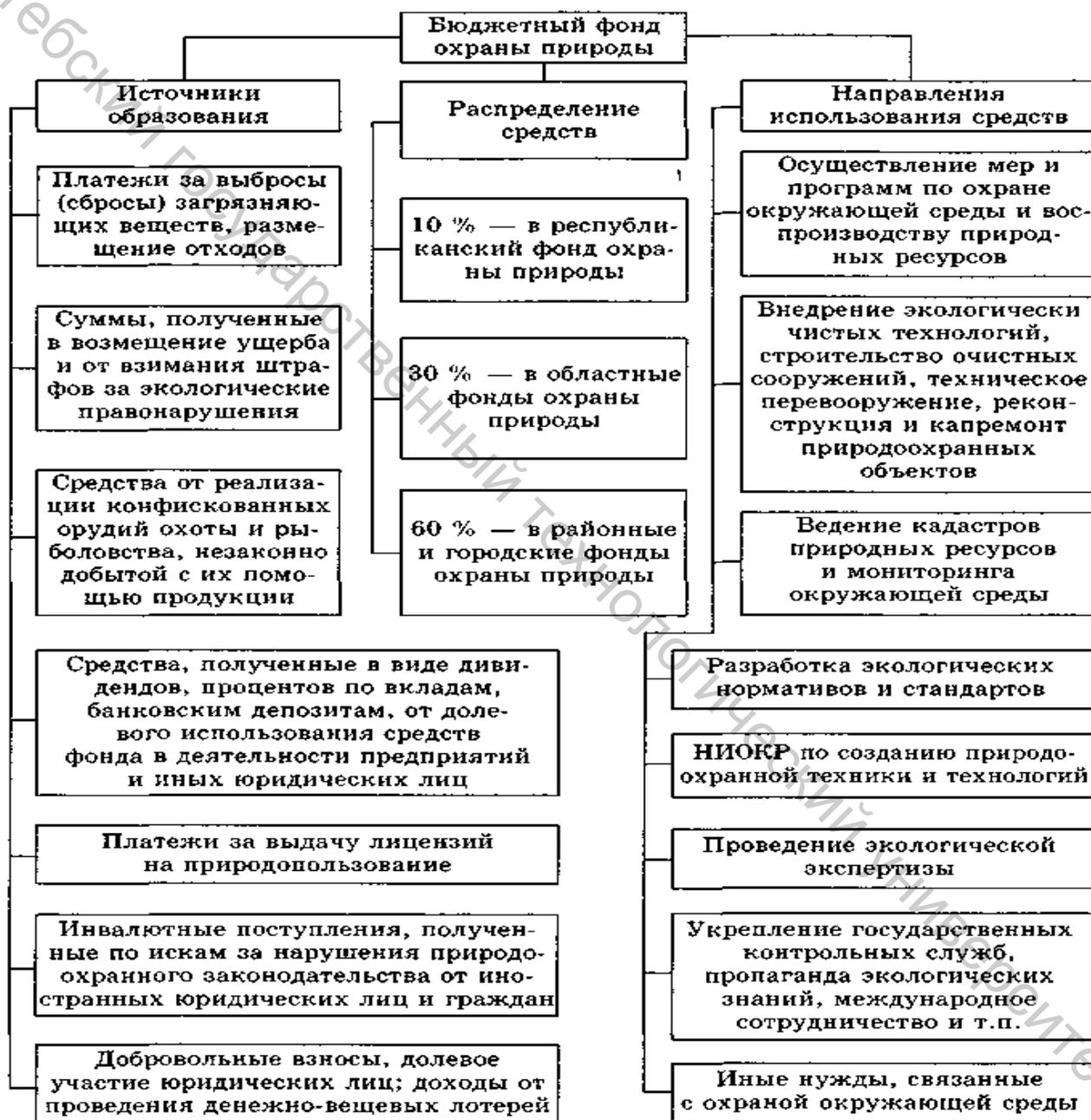


Рис. 15. Схема формирования и использования средств бюджетного целевого фонда охраны природы

Новые подходы к финансированию природоохранной деятельности требуют создания гармоничного финансово-кредитного механизма природопользования, включающего следующие звенья:

- финансирование экологических программ и природоохранных мероприятий из средств бюджета различных уровней;
- развитую систему природоохранных фондов, инновационных экологических фондов, природоохранных фондов предприятий;
- систему экологических банков;
- привлечение средств из фондов экологического страхования;
- привлечение средств Мирового и Европейского банков реконструкции и развития, а также иностранных фондов к финансированию экологической сферы;
- систему льготных экологических инвестиционных кредитов и т.п.

### **17. Природоохранные затраты (экологические издержки)**

Осуществление природоохранной деятельности, направленной на поддержание качества среды обитания и защиту природы, требует все возрастающих общественных затрат. Все природоохранные затраты (экологические издержки) по их экономической сущности можно подразделить на две группы:

- издержки предотвращения негативных экологических последствий;
- экономический ущерб.

Структура экологических издержек приведена на рисунке 16.

По времени реализации различают две категории природоохранных затрат:

- капитальные вложения (инвестиции в основной капитал);
- текущие затраты (эксплуатационные издержки).

К капитальным вложениям природоохранного назначения относят единовременные затраты на:

- создание новых и реконструкцию старых основных фондов природоохранной направленности;
- совершенствование технологии производства с целью сокращения его воздействия на природную среду;
- строительство очистных сооружений;
- внедрение систем оборотного водоснабжения;
- рекультивацию земель и др.



Рис. 16. Структура экологических издержек общества

К текущим затратам относят расходы на содержание и обслуживание основных фондов природоохранного назначения:

- затраты на химические реактивы и прочие материалы, необходимые для поддержания процессов очистки выбросов (сбросов);
- затраты на воду, топливо, энергию, используемые в средозащитных процессах;
- затраты на зарплату обслуживающего персонала;
- затраты на проведение текущего ремонта оборудования, применяемого в природоохранных технологиях, и др.

## **18. Экономический, социальный и экологический ущербы от антропогенных воздействий на окружающую среду**

Ущерб от загрязнения и истощения окружающей среды представляет собой потери и затраты, возникающие в этой среде вследствие антропогенного воздействия.

Загрязнение и истощение окружающей среды в результате антропогенной деятельности наносит урон трем сферам: состоянию экосистем, хозяйственным объектам и здоровью людей. Исходя из этого, различают три вида ущерба: экологический, экономический и социальный.

Экономический ущерб – это потери и затраты в стоимостном выражении, возникающие в народном хозяйстве вследствие антропогенного воздействия на окружающую среду.

Прямой ущерб проявляется непосредственно на объектах, расположенных в зоне негативного антропогенного воздействия.

Косвенный ущерб проявляется в смежных производствах, на объектах непромышленной сферы и в природной среде.

Социальный ущерб – это стоимостные потери, связанные с увеличением заболеваемости населения в зоне влияния источника воздействия, а также затраты на восстановление трудоспособности людей и социальное страхование.

Социальные потери можно условно подразделить на возмещаемые и невозмещаемые. Возмещаемые потери могут быть измерены в стоимостных показателях. Так, можно определить: оплату больничных листов, затраты на лечение, потери производства от невыходов на работу и снижения производительности труда и пр. Невозмещаемые потери невозможно оценить стоимостными показателями, как-то: потеря здоровья, снижение творческой активности, досрочный уход на пенсию по состоянию здоровья, сокращение продолжительности жизни, психологический дискомфорт и т.п.

Экологический ущерб – это потери природных ресурсов, обусловленные ухудшением состояния окружающей среды, вследствие негативного антропогенного воздействия, и затраты на их восстановление.

Совокупный экономический ущерб складывается из экономического и социального ущербов. Он состоит из локальных ущербов:

- ущерб промышленности;
- ущерб жилищно-коммунальному хозяйству;
- ущерб от повышения заболеваемости населения
- ущерб сельскому хозяйству;
- ущерб лесному хозяйству и др.

В целом, общий (комплексный) ущерб от техногенного загрязнения окружающей среды упрощенно можно представить в виде суммы ущербов от загрязнения атмосферы, воды, почвы и недр.

## 19. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Укрупненную оценку экономического ущерба, причиняемого промышленными выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, можно определить по формуле:

$$Y_{\text{атм}} = Y_{\text{ут}} \cdot M \cdot \sigma_{\text{заз}} \cdot f,$$

где  $Y_{\text{ут}}$  - удельный ущерб от выброса в атмосферу одной условной тонны загрязняющих веществ, руб/усл.т.;

$M$  - приведенная масса годового выброса вредных компонентов, усл. т/год;

$\sigma_{\text{заз}}$  - показатель относительной опасности загрязнения для различных объектов (территорий) окружающей среды;

$f$  - поправка на характер рассеивания примесей в атмосфере.

$\sigma_{\text{заз}}$  устанавливается с учетом природной и социальной ценности загрязняемой территории.  $f$  учитывает геометрические параметры источника выброса и другие характеристики, влияющие на процесс рассеивания вредных веществ и скорость их оседания в приземный слой атмосферы.

Приведенная масса годового выброса  $M$  вычисляется на основе информации о количестве  $m_i$  поступающего в атмосферу вещества  $i$ -го типа и показателя относительной агрессивности вещества  $A_i$ .  $A_i$  характеризует количество оксида углерода, эквивалентное по воздействию на окружающую среду одной тонне  $i$ -го вещества:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i,$$

где  $m_i$  - количество поступающего в атмосферу вещества  $i$ -го типа, т/год;

$A_i$  - показателя относительной агрессивности вещества  $i$ -го типа, усл.т/т.

$n$ - количество загрязняющих веществ.

## 20. Укрупненная оценка экономического ущерба от загрязнения водоема

Промышленное загрязнение водного бассейна является результатом сброса в водоемы сточных вод, содержащих вредные вещества. Уровень воздействия загрязнения зависит от приведенной массы  $M$  сбрасываемых в водоемы веществ и особенностей водохозяйственного участка, характеризующихся показателем относительной опасности загрязнения водоемов  $\sigma$ . С учетом удельного ущерба, причиняемого народному хозяйству сбросом в водоем одной условной тонны загрязняющих веществ  $y$ , общая величина ущерба от загрязнения водной среды определяется в соответствии с выражением

$$Y_{вод} = y \cdot M \cdot \sigma ,$$

где  $y$  - удельный ущерб, причиняемый народному хозяйству сбросом в водоем одной условной тонны загрязняющих веществ;

$M$  - приведенная масса сбрасываемых в водоем веществ, усл. т/год;

$\sigma$  - показатель относительной опасности загрязнения водоема.

$$M = \sum m_i \cdot A_i ,$$

где  $m_i$  - масса примесей  $i$ -го типа, поступающего в водоем, т/год.

$A_i$  - показатель относительной агрессивности загрязняющего вещества, усл.т/т;

## 21. Приведенные затраты на реализацию природоохранных мероприятий

Выбор конкретного направления сокращения воздействия общественного производства на окружающую среду требует всестороннего экономического обоснования. Основой для экономического сравнения различных средозащитных мероприятий являются приведенные затраты, необходимые для реализации технических решений.

В случае реализации природоохранного мероприятия состав приведенных затрат расширяется путем включения в них эколого-экономической составляющей, соответствующей величине приведенных затрат на компенсацию по-

теперь в результате промышленного загрязнения окружающей среды, т.е. экономического ущерба  $У$  от загрязнения. Следовательно, с учетом экологического аспекта

$$З^э = З + У = С + E_n \cdot K + У ,$$

где  $С$  - сумма годовых текущих затрат (себестоимость);

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (для природоохранных мероприятий  $E_n = 0,12$ );

$K$  - величина единовременных капитальных затрат.

$У$  - экономический ущерб от загрязнения окружающей среды.

## 22. Экономическая эффективность природоохранных затрат

Экономическая эффективность затрат означает их результативность, т.е. соотношение между результатами и обеспечившими их затратами. Для обоснования природоохранных затрат используются показатели общей и сравнительной эффективности.

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат экологического характера рассчитывается как отношение объема полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект приведенных затрат.

$$\mathcal{E}_3 = \frac{\mathcal{E}}{C + E_n \cdot K} ,$$

где  $\mathcal{E}$  – общая эффективность природоохранных затрат.

$$\mathcal{E} = \Delta У + Д ,$$

где  $\Delta У$  – предотвращенный ущерб,

$Д$  – годовой прирост дохода от улучшения производственных результатов.

Предотвращенный ущерб

$$\Delta У = У_1 - У_2 ,$$

где  $У_1, У_2$  – величины ущерба до проведения природоохранных мероприятий и остаточного ущерба после осуществления мероприятия.

Абсолютная экономическая эффективность капвложений  $\mathcal{E}_k$  в природоохранные мероприятия:

$$\mathcal{E}_k = \frac{\mathcal{E}_r - C}{K},$$

Где  $\mathcal{E}_r$  – годовой экономический эффект от внедрения природоохранного мероприятия.

Сравнительная экономическая эффективность рассчитывается при сопоставлении вариантов технических решений, обеспечивающих природоохранные мероприятия, и характеризует преимущество одного варианта по сравнению с другим.

Критерием сравнительной экономической эффективности является минимум приведенных затрат:

$$C + E_n \cdot K \rightarrow \min.$$

### **23. Международное сотрудничество в решении экологических проблем**

Решение глобальных экологических проблем требует участия всего мирового сообщества. Республика Беларусь осуществляет обширное и разностороннее международное сотрудничество по вопросам окружающей среды и природопользования. На постоянной основе поддерживаются контакты с международными межправительственными организациями.

Первый самостоятельный орган, на который было возложено международное сотрудничество в области охраны окружающей среды, был создан по решению Стокгольмской конференции 1972 года и носит название Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП). Этот орган занимается наиболее острыми проблемами глобального экологического кризиса: изменением климата, опустыниванием земли, деградацией почв, вырубкой лесов, загрязнением океана, сокращением биологического разнообразия и др.

В связи с тем, что охрана окружающей среды является комплексной проблемой, в дополнение к деятельности ЮНЕП, отдельными ее аспектами занимаются следующие специализированные организации под эгидой ООН:

- ЮНЕСКО (организация ООН по вопросам образования, науки и культуры) выполняет работу по программе “Человек и биосфера”, проводит исследования социально-экономических факторов развития и взаимосвязи между человеком и средой;
- ФАО (продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) имеет своей целью улучшение производства и переработки сельскохозяйственной продукции, лесоводства и рыболовства, содействует инвестици-

ям в агросферу, рациональному использованию почвы и водных ресурсов, освоению новых и возобновимых источников энергии;

- ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения) содействует экологической безопасности, включая безопасное водообеспечение, питание, удаление отходов;
- ЮНИДО (организация ООН по вопросам промышленного развития) содействует промышленному развитию и установлению нового международного экономического порядка;
- МАГАТЭ (Международное Агентство по атомной энергии) разрабатывает нормы безопасности и защиты от радиации, включая безопасную транспортировку радиоактивных материалов и утилизацию отходов и др.

Особое внимание в развитии международного сотрудничества на многосторонней основе уделяется выполнению международных конвенций и подписанных к ним протоколов, Стороной которых является Республика Беларусь:

- Конвенция 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния;
- Венская Конвенция об охране озонового слоя;
- Монреальский протокол о веществах, разрушающих озоновый слой;
- Лондонская поправка к Монреальскому протоколу о веществах, разрушающих озоновый слой;
- Конвенция ООН о биологическом разнообразии;
- Рамочная Конвенция по изменению климата;
- Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС);
- Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением;
- Конвенция о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды;
- Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием.

Проводится целенаправленная работа по развитию и укреплению двустороннего сотрудничества в области охраны окружающей среды, прежде всего со странами СНГ, с другими государствами (Германией, Швейцарией, Швецией и др.). Реализуются межправительственные соглашения с Латвией, Россией, Украиной, а также межведомственные – с Польшей, Данией, Молдовой, Литвой, Болгарией и Словакией.

### III. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ

#### 1. Понятие экологического менеджмента

Экологический менеджмент – система управления деятельностью предприятия (организации) в тех ее формах, направлениях, сторонах и т.д., которые прямо или косвенно относятся к взаимоотношению предприятия с окружающей средой.

Предметом экологического менеджмента служат экологические (природоохранные, ресурсосберегающие и т.п.) стороны деятельности предприятия (организации), производимой им продукции и оказываемых услуг.

Целью экологического менеджмента является минимизация негативных воздействий деятельности предприятий на окружающую среду, достижения высокого уровня экологической безопасности процессов производства и потребления выпускаемой продукции и оказываемых услуг.

Таким образом, экологический менеджмент не ставит перед собой цель непосредственно управлять окружающей средой. Однако, управляя экологическими сторонами своей деятельности, предприятие изменяет степень воздействия на окружающую природную среду и ее ресурсы.

Реализация задач экологического менеджмента должна быть согласована с достижением предприятием других его приоритетных целей.

Экологический менеджмент призван заблаговременно предусматривать формирование экологически безопасного производства и обеспечивать оптимальное соотношение между экологическими и экономическими показателями как предприятия, так и производимой им продукции.

#### Основные принципы экологического менеджмента:

- принцип опоры на экологическое сознание и экономическое мотивирование;
- принцип предупредительности и своевременности решения проблем экологического развития;
- принцип ответственности за экологические последствия всех управленческих решений;
- принцип интеграции управления экологическими процессами в общую систему управления предприятием;
- принцип последовательности (непрерывности, поэтапности) решения проблем экологического развития.

В литературе, в том числе и в переводах документов ISO 14000 на русский язык, термин "экологический менеджмент" заменен термином "управле-

нием качеством окружающей среды", а в некоторых случаях - "экологическим управлением". Вместе с тем, для этих понятий можно выделить ряд существенных различий.

Экологическое управление - деятельность государственных органов и экономических субъектов, главным образом направленная на соблюдение обязательных требований природоохранного законодательства, а также на разработку и реализацию соответствующих целей, проектов и программ.

Экологический менеджмент - инициативная и результативная деятельность экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей и на реализацию проектов и программ, разработанных на основе принципов экоэффективности и экосправедливости.

## **2. Стандарты экологического менеджмента серии ISO 14000**

На международном уровне в последние годы нашли широкое применение стандарты, разрабатываемые международной организацией по стандартизации (ISO). В области охраны окружающей среды ISO предложила стратегический подход к решению экологических проблем, развивая семейство стандартов ISO 14000 на системы экологического менеджмента.

Отличительной чертой ISO 14000 служит то, что они являются не техническими стандартами, а стандартами процесса. Они ориентированы не на количественные параметры (объем выбросов, концентрации веществ и т.п.) и не на технологии (требование использовать или не использовать определенные технологии, требование использовать "наилучшую доступную технологию"). Основным предметом ISO 14000 является система экологического менеджмента.

Стандарты серии ISO 14000 содержат:

- стандарты на системы управления окружающей средой (ISO 14001, ISO 14004);
- стандарты по экологическому аудиту (ISO 14010, ISO 14011, ISO 14012, ISO 14015);
- стандарты экологической маркировки (ISO 14020- 14025);
- стандарт по оценке экологической эффективности (ISO 14031);
- стандарты по оценке жизненного цикла (ISO 14040-14043).

Включенные в стандарты руководящие указания применимы к любой организации независимо от ее масштаба, типа и уровня подготовленности, которая заинтересована в том, чтобы создать, внедрить или улучшить систему управления окружающей средой (СУОС). Организация обладает свободой и

гибкостью в определении своих пределов и может внедрить эти стандарты в рамках всей организации, либо ее отдельной функциональной единицы, либо отдельных видов деятельности. Уровень детализации и сложности СУОС, объем документации, и выделяемые ресурсы будут зависеть от масштаба организации и характера ее деятельности.

Центральным документом стандартов серии ISO 14000 является ISO 14001 «Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению». В этом стандарте устанавливаются требования к системе управления окружающей средой, которая рассматривается как часть общей системы административного управления.

Данный стандарт не содержит никаких "абсолютных" требований к воздействию организации на окружающую среду, за исключением того, что организация в специальном документе должна объявить о своем стремлении соответствовать национальным стандартам. Такой характер стандартов обусловлен тем, что ISO 14000 как международные стандарты не должны вторгаться в сферу действий национальных нормативов. Благодаря этому многие страны приняли их в качестве базовых, в том числе и РБ. В настоящее время в Беларуси действуют Госстандарты СТБ ИСО.

Соответствие СУОС организаций всем требованиям стандарта ISO 14001 подлежит оценке и подтверждению посредством процедуры сертификации. Все остальные документы рассматриваются как вспомогательные.

### **3. Система управления окружающей средой**

Согласно определению, приведенному в стандарте ИСО 14001, система управления окружающей средой – часть общей системы административного управления, которая включает в себя организационную структуру, планирование, ответственность, методы, процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения, реализации, анализа и поддержания экологической политики.

Экологическая политика – основные направления и цели организации в области охраны окружающей среды, официально сформулированные ее высшим руководством.

На рисунке 17 приведена обобщенная модель системы СУОС.



Рис.17. Обобщенная модель системы экологического менеджмента.

Модель системы управления окружающей средой отражает схематически позицию организации, которая признает следующие принципы.

*Принцип 1. Обязательства и политика.* Организация должна определить свою экологическую политику и принять на себя обязательства в отношении СУОС. Экологическая политика должна включать в себя следующие основные обязательства:

- обеспечение соответствия действующему законодательству и инструкциям;
- непрерывное совершенствование всех работ, влияющих на окружающую среду;
- недопущение загрязнения.

Основываясь на знании определенного состояния окружающей среды организации, указанные обязательства должны быть детализированы в программах и направлены на улучшение управления отдельными аспектами окружающей среды.

*Принцип 2. Планирование.* Организация должна разработать план реализации своей экологической политики.

На стадии планирования необходимо, во-первых, выбрать экологические аспекты, которые будут учитываться при работе системы экологического ме-

неджмента. Необходимо, чтобы на предприятии постоянно производилось обновление информации по следующим аспектам:

- выбросы в воздух;
- сбросы в воду;
- удаление и очистка сточных вод;
- радиоактивное заражение местности;
- использование сырья и природных ресурсов;
- другие локальные экологические и общественные проблемы.

Во-вторых, организация должна создать и поддерживать в рабочем состоянии систему «отслеживания» постоянно изменяющихся требований законодательных актов, касающихся экологических аспектов ее деятельности, продукции и услуг.

В-третьих, в организации должны быть определены целевые и плановые экологические показатели. При установлении и анализе своих целевых показателей организация должна учитывать требования действующих законодательных актов. Целевые и плановые экологические показатели должны быть согласованы с экологической политикой. В соответствии с требованиями стандарта ИСО 14001 целевые показатели должны быть конкретными, плановые показатели – по возможности, измеряемыми количественно.

В-четвертых, на стадии планирования должна быть выработана программа управления окружающей средой. Эта программа должна включать:

- распределение ответственности за достижение целевых и плановых экологических показателей;
- средства и сроки, в которые они должны быть достигнуты.

*Принцип 3. Внедрение и функционирование.* С целью эффективной реализации организация должна создать возможности и разработать механизмы поддержки, необходимые для осуществления своей экологической политики и достижения целевых и плановых экологических показателей.

Первым этапом стадии внедрения является распределение между конкретными людьми обязанностей, ответственности и полномочий.

Далее организация должна определить свои потребности в обучении персонала. Это связано с тем, что персонал, выполняющий работы, которые могут оказать значительное воздействие на окружающую среду, должен обладать компетентностью. Необходимо, чтобы весь персонал, чья работа может в значительной степени повлиять на окружающую среду, прошел соответствующее обучение.

Следующим этапом внедрения является установление системы внутренней связи между различными уровнями и подразделениями организации. На этом же этапе организация должна предусмотреть процессы внешней информации о своих экологических аспектах и регистрации своих решений.

Всю информацию по системе экологического менеджмента организация должна поддерживать в надлежащем состоянии. Эта информация должна включать основные элементы системы административного управления и их взаимодействие, а также содержать указания на связанные с ними документы. Должна быть разработана и внедрена система управления всеми документами, которые связаны с экологическим управлением на предприятии. Эта система должна обеспечить быстрый поиск необходимого документа, облегчить проведение периодического анализа и его пересмотра на предмет их адекватности.

Следующая стадия внедрения носит название «управление операциями». Необходимо определить те стадии технологического процесса и виды деятельности, которые связаны с основными экологическими аспектами.

Затем организация должна построить и обеспечить функционирование системы, позволяющей определять возможности возникновения катастроф и аварийных ситуаций.

*Принцип 4. Измерение и оценка.* Организация должна проводить измерение, контроль и оценку своей экологической эффективности.

При переходе к этому этапу организация должна создать и поддерживать в рабочем состоянии систему регулярного мониторинга операций и видов деятельности, которые могут существенно воздействовать на окружающую среду. На основе данных мониторинга проводятся проверки и корректировки в технологических процессах, направленные на снижение или устранение выявленного значительного воздействия на окружающую среду. Любое корректирующее или предупреждающее действие, предпринятое для устранения причин выявленного несоответствия, должно быть пропорционально важности проблемы и соразмерно выявленному воздействию на окружающую среду.

Вся информация, относящаяся к функционированию системы экологического менеджмента и к состоянию окружающей среды должна документироваться в форме зарегистрированных данных.

На предприятии должна быть составлена программа и представлены процедуры периодических аудитов системы управления окружающей средой.

*Принцип 5. Анализ со стороны руководства.* Завершающей стадией этапа проверок и корректировок является анализ системы экологического менеджмента со стороны руководства. Высшее руководство организации должно ана-

лизировать систему управления окружающей средой через определенные промежутки времени. Цель такого анализа состоит в том, чтобы обеспечить постоянную адекватность и эффективность системы экологического менеджмента. В результате возможно внесение изменений в экологическую политику, в целевые экологические показатели и в другие элементы системы управления окружающей средой.

Если построенная система экологического менеджмента функционирует нормально, то это неизбежно приводит к повышению уровня экологической эффективности предприятия. И, наоборот, по уровню экологической эффективности предприятия можно оценивать адекватность функционирования системы экологического менеджмента.

Организация должна анализировать и постоянно улучшать СУОС с тем, чтобы повышать свою общую экологическую эффективность.

#### **4. Оценка экологической эффективности предприятия**

Согласно СТБ ИСО 14031-2003 экологическая эффективность – это измеряемые результаты функционирования системы управления окружающей средой, полученные в результате контроля организацией ее экологических аспектов, основанные на экологической политике, а также на целевых и плановых показателях.

Целевой экологический показатель – показатель состояния окружающей среды, к которому стремится организация, установленный, исходя из экологической политики, и выраженный количественно (по возможности).

Плановый экологический показатель – детализированное требование в отношении экологической эффективности, выраженное (по возможности) количественно, предъявляемое организации или ее структурным единицам, которое вытекает из целевых экологических показателей, должно быть установлено и выполнено для достижения целевых показателей.

Оценка экологической эффективности - процесс, способствующий принятию управленческих решений, относящихся к экологической эффективности, методом выбора показателей, сбора и анализа данных, оценки информации по критериям эффективности, сопоставления отчетности и распространения информации, периодического пересмотра и улучшения этого процесса.

Оценивание экологической эффективности (ОЭЭ) – это внутренний процесс и инструмент управления, предназначенный для обеспечения руководства информацией о том, соответствует ли экологическая эффективность организации заданным критериям. Это постоянный процесс сбора и оценки данных, а

также информации для обеспечения текущего оценивания экологической эффективности и тенденций ее изменения со временем. ОЭЭ позволяет сравнить прошлую и настоящую экологическую эффективность организации с критериями этой эффективности.

ОЭЭ позволяет определить:

- идентифицировать экологические аспекты деятельности;
- оценить, какие аспекты являются для нее наиболее важными;
- задать критерии экологической эффективности;
- оценить соответствие своей экологической эффективности этим критериям;
- необходимые действия для обеспечения соответствия ОЭЭ организации установленным критериям;
- выявить возможности совершенствования управления экологическими аспектами;
- повысить эффективность и результативность всей деятельности организации.

Следует отметить существенное отличие между ОЭЭ и экологическим аудитом. В отличие от ОЭЭ экологические аудиты проводят периодически для подтверждения соответствия определенным требованиям, а ОЭЭ – это непрерывный процесс.

Процесс оценивания экологической эффективности можно подразделить на три основных этапа:

- 1) планирование,
- 2) выполнение,
- 3) проверка и действие.

Важнейшей задачей на стадии планирования является выбор показателей, на основе которых будет производиться оценка экологической эффективности предприятия.

Показатели для оценивания экологической эффективности подразделяют на две категории:

- показатели экологической эффективности (ПЭЭ);
- показатели состояния окружающей среды (ПСОС).

Показатели экологической эффективности – конкретная форма представления информации об экологической эффективности организации.

Показатели состояния окружающей среды дают представление о фактическом или возможном воздействии на окружающую среду деятельности предприятия.

Показатели экологической эффективности (ПЭЭ) подразделяют на два типа:

- показатели эффективности управления (ПЭУ), обеспечивающие информацию об усилиях, предпринимаемых руководством с целью воздействия на экологическую эффективность организации;

- показатели эффективности функционирования (ПЭФ), обеспечивающие информацию об экологической эффективности функционирования организации.

Исходные данные для расчета значений выбранных показателей ОЭЭ организация должна собирать регулярно. Данные собирают из соответствующих источников с частотой, соответствующей частоте ОЭЭ. Каждый раз для проведения оценки экологической эффективности необходимо собирать «свежие» данные. Процедура сбора данных должна обеспечивать их достоверность. Достоверность определяется научной и статистической значимостью и проверяемостью данных. В качестве исходных данных могут быть использованы, например, следующие:

- мониторинг и измерения;
- интервью и наблюдения;
- отчеты надзорных органов;
- финансовые и бухгалтерские записи;
- записи о закупках;
- отчеты по экологической экспертизе, аудиту или оцениванию и др.

Процесс ОЭЭ организации и ее результаты следует периодически анализировать с целью выявления возможностей улучшения. На этой завершающей стадии определяются необходимость и пути улучшения самого процесса проведения оценки экологической эффективности, а так же всей производственной системы в целом с точки зрения охраны окружающей среды.

## **5. Экологический аудит систем управления окружающей средой**

Общая информация по вопросам экологического аудита приведена в разделе «Экономика природопользования» (п.14). Данный пункт посвящен аудиту систем управления окружающей средой.

Аудит систем управления окружающей средой занимает особое место среди различного рода аудиторских проверок. Требования к этому виду аудита изложены в стандарте СТБ ИСО 14011-2000.

Аудит СУОС предназначен для того, чтобы помочь организации установить и постоянно выполнять требования, касающиеся ее экологической политики и намеченных целей.

Цели аудита СУОС:

- определить соответствие СУОС проверяемой организации критериям аудита СУОС;
- определить, внедрена ли и поддерживается ли СУОС проверяемой организации должным образом;
- идентифицировать области для потенциального улучшения СУОС проверяемой организации;
- оценить способность процесса внутреннего анализа со стороны руководства обеспечить постоянную пригодность и эффективность СУОС;
- провести оценку СУОС в организации, у которой есть намерение установить контрактные отношения, например, с потенциальными поставщиками или партнером по совместному предприятию.

Экологический аудит может проводиться либо уполномоченными на то и имеющими лицензию юридическими лицами (аудиторскими организациями), либо физическими лицами (экологами-аудиторами). Аудиторская организация, назначенная для проведения аудиторская группа, индивидуальные экологи-аудиторы, инициатор аудита и подвергаемая проверке организация должны руководствоваться рядом принципов, которые изложены в СТБ ИСО 14010-99.

Экологический аудит проводится в несколько этапов:

- 1) инициирование аудита;
- 2) подготовка аудита;
- 3) проведение аудита;
- 4) аудиторское заключение.

На первом этапе определяется объем аудита (глубина и границы аудита). Проводится предварительный анализ документов организации, включая заявление об экологической политике, программы, зарегистрированные данные или руководства, с тем, чтобы ознакомиться с их требованиями к СУОС.

На втором этапе составляется план аудита и распределяются обязанности в аудиторской группе.

Стадия собственно аудита включает:

- анализ сертификатов, отчетов, лицензий на выбросы и т.п.;
- проверку экологической политики и программ, принятых на предприятии;

- проверку эффективности СУОС, персональной ответственности и компетентности персонала;
- конфиденциальные интервью с персоналом на всех уровнях организации по поводу эффективности СУОС и особенно - по вопросам управления снижения уровня загрязнения;
- инженерный контроль заводского оборудования, в том числе офисного, организации рабочих мест, энергетических систем и определение участков, особо опасных с точки зрения утечки ядохимикатов и прочих жидких, твердых и летучих загрязнителей.

На заключительной стадии производится коллегиальная оценка полученных результатов и их обсуждение. Руководству организации представляется отчет по аудиту и вносятся предложения о необходимых улучшениях организации СУОС. Результаты аудита оформляются в виде аудиторского заключения.

## **6. Экологическая сертификация СУОС и продукции**

Определение понятия экологическая сертификация, ее цели и объекты приведены в п. 14 раздела II.

Работа в области экологической сертификации проводится в соответствии со стандартами экологического менеджмента и Руководящими документами Подсистемы экологической сертификации, которая является составной частью Национальной системы сертификации Республики Беларусь.

Правовой основой деятельности по экологической сертификации являются законы РБ в области охраны окружающей среды (раздел II, п.10), а также законы «О защите прав потребителей», «О сертификации продукции, работ и услуг». В законе «Об охране окружающей среды» отмечается, что «Экологическая сертификация проводится в целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной или иной деятельности на территории Республики Беларусь» (статья 31).

Подсистема экологической сертификации предусматривает обязательную и добровольную экологическую сертификацию СУОС, продукции и территорий.

Обязательная экологическая сертификация проводится на основании законодательных актов на соответствие требованиям действующих в РБ стандартов, ТУ и других нормативных документов, которые устанавливают в качестве обязательных требования по обеспечению безопасности жизни, здоровья, согласованным с Центральным органом по экологической сертификации (ЦОЭС).

Добровольная экологическая сертификация проводится по инициативе юридических и физических лиц на основе договора между заявителем и органом по экологической сертификации на соответствие требованиям законодательства об охране окружающей среды, а также требованиям заявителя, согласованным с Центральным органом по экологической сертификации.

Основными условиями проведения работ по экологической сертификации являются:

- наличие утвержденных в установленном порядке требований по охране окружающей среды, на соответствие которым проводится сертификация;
- наличие аккредитованных в соответствии с нормативными документами органов экологической сертификации, испытательных лабораторий (центров) и аудиторов в области экологической сертификации, аттестованных в установленном порядке.

Сертификация СУОС включает:

- предварительную оценку СУОС;
- окончательную проверку и оценку СУОС;
- рассмотрение результатов проверки и принятие решения о выдаче сертификата;
- инспекционный контроль за сертифицированной СУОС.

Экологическая сертификация продукции проводится ЦОЭС продукции и СУОС и аккредитованными органами по экологической сертификации по схемам, основанным на схемах ИСО.

По результатам проведенных процедур ЦОЭС принимает решение о выдаче (отказе в выдаче) экологического сертификата. Основанием для принятия решения являются:

- протоколы испытаний;
- документы результатов анализа экологического состояния производства;
- экологический сертификат на СУОС производства;
- заявление об экологическом соответствии продукции изготовителя (поставщика);
- информация от органов госконтроля и общественных организаций о качестве, безопасности и экологичности продукции и т.д.

На продукцию, выпускаемую серийно и имеющую экологический сертификат, может наноситься Знак экологически чистой продукции, что существенно повышает ее конкурентоспособность.

## **7. Анализ жизненного цикла продукции**

Жизненный цикл продукции (ЖЦП) – это последовательные и взаимосвязанные стадии производственной системы, начиная от процесса добычи сырья или разработки природного ресурса до конечной стадии – утилизации отходов.

Таким образом, жизненный цикл продукции включает несколько стадий:

- предпроизводственная;
- производство;
- доставка продуктов;
- использование продукта;
- ремонт, рециклирование или захоронение.

Рециклирование – процесс переработки отходов в новое сырье или продукцию.

Анализ (оценка) жизненного цикла продукции (АЖЦ)– это объективный процесс подсчета экологических воздействий, связанных с продуктом, процессом или деятельностью, путем определения использованных энергии, материалов и выбросов в окружающую среду, подсчета и реализации возможностей по введению в действие экологических улучшений.

Анализ жизненного цикла предусмотрен серией стандартов СТБ ИСО 14000 (14040-14043), которые хотя и являются добровольными и не составляют предмет сертификации, играют важную роль в экологическом управлении.

Анализ жизненного цикла позволяет произвести оценку воздействия на окружающую среду на всех стадиях ЖЦП. Главной целью АЖЦ является сокращение воздействия на окружающую среду. Более конкретно возможные промежуточные цели (задачи) заключаются в следующем:

- оценка возможностей улучшения экологических аспектов продукции на различных стадиях жизненного цикла;
- помощь при принятии решений государственными и негосударственными организациями при стратегическом планировании, установлении приоритетов, проектировании или реконструкции продукции или процессов;
- выбор показателей экологической эффективности, включая методы измерений;
- маркетинга.

Структура АЦЖ содержит следующие стадии:

- определение целей и области применения;
- инвентаризационный анализ жизненного цикла;

- оценка воздействий на окружающую среду;
- интерпретация результатов.

На первой стадии устанавливается причина проведения АЖЦ, требования к качеству данных, подлежащих исследованию. Содержание, границы и уровень детализации анализа жизненного цикла зависят от объекта исследования и предполагаемого использования результатов.

Вторая стадия включает сбор данных, необходимых для выполнения проводимого исследования. Инвентаризационный анализ представляет собой анализ входных и выходных потоков, касающихся рассматриваемой системы. Количественное определение входных и выходных потоков проводится по группам данных:

- входные энергетические потоки, входные сырьевые потоки, дополнительные входные потоки, другие физические входные потоки;
- продукция;
- выбросы, сбросы отходов.

В пределах этих границ отдельные категории данных подлежат детализации.

На стадии оценки воздействия жизненного цикла на окружающую среду определяют значимость потенциального воздействия факторов, выявленных при инвентаризационном анализе, устанавливают специфические воздействия. Этот этап включает в себя такие элементы, как:

- классификация воздействий, выявленных при инвентаризационном анализе;
- возможное агрегирование частных результатов, когда это оправдано.

Интерпретация – это этап анализа жизненного цикла, на котором результаты инвентаризационного анализа и оценки воздействия на окружающую среду объединяются, либо результаты инвентаризационного анализа увязываются в соответствии с поставленными целями исследования.

Интерпретация результатов стимулирует анализ возможных улучшений. Выводы на этапе интерпретации должны иметь форму заключения и рекомендаций для принятия решений.

## 8. Экологическая маркировка.

В условиях все большей обеспокоенности людей ухудшением состояния окружающей среды, усиления требований к экологичности продукции встает проблема выделения из всего многообразия используемых видов товаров экологически чистых товаров. Для этих целей применяются различные знаки и обозначения, называемые экологической маркировкой. Они обеспечивают потребителей информацией об экологических характеристиках приобретаемых товаров.

Экологическая маркировка – один из видов экологических деклараций, характеризующий воздействие продукции или услуги на окружающую среду на всех стадиях жизненного цикла.

В качестве экологической маркировки используют экологические этикетки и декларации, которые могут иметь форму заявления (текста), знака или графического изображения, размещенного на этикетке, самой продукции или ее упаковке.

Цели экологической маркировки:

- доведение до потребителя надежной, точной и достоверной информации об экологических аспектах продукции и услуг;
- содействие удовлетворению потребителей в таких продукции и услугах, которые оказывают меньшее воздействие на окружающую среду;
- стимулирование потребительского спроса на продукцию, отвечающую экологическим требованиям.

В соответствии с СТБ ИСО 14020-2003 различают два типа экомаркировки.

Экомаркировка I типа – это маркировка, на использование которой необходимо получение разрешения третьей стороны. Третья сторона - физическое лицо или орган, признанный независимым от вовлеченных в рассматриваемый процесс сторон - разрабатывает программу экомаркировки.

Программа экомаркировки I типа – это добровольная, основанная на многих критериях, программа третьей стороны, предусматривающая выдачу лицензии на использование экологической этикетки. Она свидетельствующая об экологической предпочтительности какой-либо продукции в рамках определенной группы однородной продукции на основе рассмотрения ее жизненного цикла.

Требования к экологической маркировке I типа изложены в СТБ ИСО 14024-2003.

В СТБ ИСО 14021-2002 приведена характеристика и условия применения экологической маркировки II типа.

Экомаркировка II типа представляет собой самодекларируемое экологическое заявление.

Самодекларируемые экологические заявления – заявления, которые могут быть сделаны самими изготовителями, импортерами, дистрибьюторами, различными торговцами или кем-нибудь еще, кто может получить выгоду от таких заявлений, без согласования с третьими сторонами.

Чтобы исключить возможность введения в заблуждение покупателей экологические заявления следует должным образом проверять.

Проверка экологического заявления – это подтверждение достоверности экологического заявления с использованием конкретных предварительно заданных критериев и процедур.

Заявитель несет ответственность за подготовку и оценку данных, необходимых для проверки сделанных им заявлений. Перед тем как сделать экологическое заявление он должен разработать критерии оценки для проверки заявления. Процедура оценивания должна быть полностью документирована.

Экологическая маркировка может информировать покупателя о различных экологических аспектах продукции: ее экологичности в целом или отдельных экологических свойствах; опасности для окружающей среды; материалах, которые могут повторно (многократно) использоваться или подвергнуты вторичной переработке и т.д.

Как указывалось выше, в качестве экологических заявлений могут использоваться знаки. Используемые знаки должны быть простыми, легко воспринимаемыми, пригодными для размещения и изменения размеров в зависимости от вида продукции. В дополнение к экологическим знакам могут быть использованы слова и цифры, которые могут передавать информацию по идентификации материала, инструкцию по утилизации или предупреждать о той или иной опасности.

Среди экологических знаков выделяют специальные знаки, которые широко используются и являются общепринятыми. В настоящее время как спецзнак используется только петля (лента) Мебиуса (рис.18), который указывает на возможность рециклирования материала. Он используется как на продукции, так и на упаковке.



Рис. 18. Примеры оформления ленты Мебиуса

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Шимова, О.С. Основы экологии и экономика природопользования: Учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Мн.: БГЭУ, 2001 – 367 с.
2. Акимова, Т.А. Экология: Учебник для вузов / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 445 с.
3. Маврищев, В.В. Основы общей экологии: Учеб. пособие / В.В. Маврищев. – Мн.: Выш. шк., 2000. – 317 с.
4. Экология. Учебное пособие / Общая ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1997. – 288 с.
4. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Л.А. Муравья. – М. ЮНИТИ-ДАНА., 2000. – 447 с.
5. Кормилицин, В.И. Основы экологии: Учеб. пособие / В.И. Кормилицин. – М.: Интерстиль, 1997. – 368 с.
6. Реймерс, Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Просвещение, 1992. – 320 с.
7. Охрана окружающей среды: Учеб. для техн. спец. вузов / Под ред. С.В. Белова. – М.: Высшая школа, 1991. – 319 с.
8. Экологический менеджмент / Н.В. Пахомова, А. Эндрес, К. Рихтер. – СПб.: Питер, 2003. – 544 с.: ил. – (Серия «Учебник для вузов»).

### Дополнительная:

1. Маглыш, С.С. Основы экологии и экономика природопользования: Пособие / С.С. Маглыш. – Гродно: ГрГУ, 2002 – 126 с.
2. Шимова, О.С. Основы экономики природопользования: Учеб. пособие / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Мн.: НКФ “Экоперспектива”, 1995. – 127 с.
3. Шимова, О.С. Эколого-экономическое регулирование: Учеб. пособие / О.С. Шимова. – Мн., 1998. – 110 с.
4. Бобылев, С.Н. Экономика природопользования: Учеб. пособие / С.Н. Бобылев, А.Ш. Ходжаев. – М.: ТЕИС, 1997. – 272 с.
5. Неверов, А.В. Экономика природопользования: Учебн. пособие для вузов инж.-экон спец. / А.В. Неверов. – Мн., 1990. – 215 с.
6. Экономика природопользования: Учебн. / Под ред. Т.С. Хачатурова. – М.: Изд. МГУ, 1991. – 271 с.

7. Глухов, В.В. Экономические основы экологии: Учебник / В.В. Глухов. – СПб: Специальная литература, 1997. – 304 с.
8. Боголюбов, С.А. Экологическое право: Учебник для вузов / С.А. Боголюбов. – М.: НОРМА: ИНФА., 1999. – 448 с.
9. Челноков, А.А. Основы промышленной экологии: Учеб. пособие / А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 343 с.
10. Донской, Н.П. Основы экологии и экономика природопользования: Учеб. пособие для экон. спец. вузов / Н.П. Донской, С.А. Донская. – Мн.: УП «Технопринт», 2000. – 308 с.
11. СТБ ИСО 14001-2000. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. Минск. Госстандарт.
12. СТБ ИСО 14004-2000 Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. Минск. Госстандарт.
13. СТБ ИСО 14010-99. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы. Минск. Госстандарт.
14. СТБ ИСО 14011-2000. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедура аудита. Проведение аудита систем управления окружающей средой. Минск. Госстандарт.
15. СТБ ИСО 14020-2003. Управления окружающей средой. Этикетки и декларации экологические. Основные принципы. Минск. Госстандарт.
16. СТБ ИСО 14021-2002. Управления окружающей средой. Этикетки и декларации экологические. Самодекларируемые экологические заявления (экологическая маркировка по типу II). Минск. Госстандарт.
17. СТБ ИСО 14024-2003. Управления окружающей средой. Этикетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры. Минск. Госстандарт.
18. СТБ ИСО 14031-2003. Управления окружающей средой. Оценка экологической эффективности. Общие требования. Минск. Госстандарт.
19. СТБ ИСО 14040-2000. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. Минск. Госстандарт.
20. СТБ ИСО 14041-2001. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Параметрический анализ жизненного цикла. Минск. Госстандарт.
21. СТБ ИСО 14042-2003. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Оценка воздействия жизненного цикла. Минск. Госстандарт.
22. СТБ ИСО 14043-2003. Управления окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Интерпретация жизненного цикла. Минск. Госстандарт.

Учебное издание

**Тимонова** Елена Тимофеевна  
**Тимонов** Иван Афанасьевич

**ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Второе издание,  
переработанное и дополненное

Редактор В.Н. Потоцкий  
Технический редактор А.В. Гречаников  
Корректор И.П. Лабусова  
Компьютерная вёрстка А.В. Гречаников

---

Подписано к печати 30.05.06 Формат 60x84 1/14 Бумага офсетная № 1. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. листов 6,8 Уч./издат. листов 6,3 Тираж 613 экз. Зак. № 315

---

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет» 210035, Витебск, Московский пр-т, 72. Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Лицензия № 02330/0133005 от 1 апреля 2004 г.