

## ПОНЯТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ЕГО ЗАДАЧИ

Всесторонний анализ окружающей среды предусматривает оценку ее экологического состояния и влияние на нее естественных и антропогенных воздействий. Характер этих воздействий весьма специфичен. Лимитирующим показателем уровня естественных и антропогенных воздействий является *предельно-допустимая экологическая нагрузка* (ПДЭН), которая во многих странах установлена в связи с тем, что нормальное функционирование и устойчивость экосистем и биосферы возможны при непревышении определенных предельных нагрузок на них.

Состояние биосферы, непрерывно меняющееся под влиянием естественных факторов, обычно возвращается в первоначальное. Например, изменения температуры и давления, влажности воздуха и почвы происходят в пределах некоторых постоянных средних значений. Как правило, крупные экосистемы под влиянием природных процессов изменяются чрезвычайно медленно. Существующие в мире экологические службы (гидрометеорологическая, сейсмическая, ионосферная и др.) проводят контроль за изменением этих процессов.

Изменение состояния биосферы под влиянием антропогенных факторов происходит в более короткие временные сроки. Поэтому с целью измерения, оценки и прогноза антропогенных изменений абиотической составляющей биосферы (в первую очередь загрязнений) и ответной реакции биоты на эти изменения, а также последующих изменений в экосистемах в результате антропогенных воздействий создана *информационная система экологического мониторинга*.

Экологический мониторинг является комплексным мониторингом биосферы. Он включает в себя контроль изменений состояния окружающей среды под влиянием как природных, так и антропогенных факторов.

Основные задачи экологического мониторинга антропогенных воздействий:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка физического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

Термин «мониторинг» образован от лат. «монитор» — «наблюдающий», «предостерегающий». Существует несколько современных формулировок определения мониторинга. Некоторые исследователи под мониторингом понимают систему повторных наблюдений за состоянием объектов окружающей среды в пространстве и во времени в соответствии с заранее подготовленной программой.

### **Классификация мониторинга**

Мониторинг включает в себя следующие основные практические направления:

- наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее;
- оценку фактического состояния окружающей среды уровня ее загрязнения;
- прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния.

Объектами мониторинга являются атмосфера (мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы); атмосферные осадки (мониторинг атмосферных осадков); поверхностные воды суши, океаны и моря, подземные воды (мониторинг гидросферы); криосфера (мониторинг составляющих климатической системы).

По объектам наблюдения различают: атмосферный, воздушный, водный, почвенный, климатический мониторинг, мониторинг растительности животного мира, здоровья населения и т.д.

Существует классификация систем мониторинга по факторам, источникам и масштабам воздействия.

**Мониторинг факторов воздействия** - мониторинг различных химических загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и разнообразных природных и физических факторов воздействия (электромагнитное излучение, солнечная радиация, шумовые вибрации).

**Мониторинг источников загрязнений** - мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных (транспорт), пространственных (города, поля с внесенными химическими веществами) источников.

По масштабам воздействия мониторинг бывает пространственным и временным,

По характеру обобщения информации различают следующие системы мониторинга:

- *глобальный* — слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты, и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;

- *базовый (фоновый)* — слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;

- *национальный* — мониторинг в масштабах страны;

- *региональный* - слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;

- *локальный* - мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;

- *импактный* - мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.

Классификация систем мониторинга может основываться и на методах наблюдения (мониторинг по физико-химическим и биологическим показателям, дистанционный мониторинг).

*Химический мониторинг* - это система наблюдений за химическим составом (природного и антропогенного происхождения) атмосферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных и контроль за динамикой распространения химических загрязняющих веществ. Глобальной задачей химического мониторинга является определение фактического уровня загрязнения окружающей среды приоритетными высокотоксичными ингредиентами.

*Физический мониторинг* - система наблюдений за влиянием физических процессов и явлений на окружающую среду (наводнения, вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, эрозия почв и т.д.).

*Биологический мониторинг* - мониторинг, осуществляемый с помощью биоиндикаторов (т. е. таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде).

*Экобиохимический мониторинг* - мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих окружающей среды (химической и биологической).

*Дистанционный мониторинг* - в основном, авиационный, космический мониторинг с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической

аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных;

В зависимости от принципа классификации имеются различные системы мониторинга.

Наиболее универсальным является комплексный экологический мониторинг окружающей среды.

*Комплексный экологический мониторинг* окружающей среда — это организация системы наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов. Различают мониторинг локальный, региональный и фоновый.

При проведении комплексного экологического мониторинга окружающей среды: а) проводится постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т.д.), а также оценка состояния и функциональной целостности экосистем; б) создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

Система комплексного экологического мониторинга предусматривает:

- выделение объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление для объекта наблюдения информационной модели;
- планирование измерений;
- оценку состояния объекта наблюдения и идентификацию его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для использования форме и доведение ее до потребителя.

Основные цели комплексного экологического мониторинга состоят в том, чтобы на основании полученной информации:

- 1) оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека (т. е. провести оценку соблюдения экологических нормативов);

2) выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются (т. е. провести диагностику состояния экосистем и среды обитания);

3) создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб, т. е. обеспечить заблаговременное предупреждение негативных, ситуаций.

В Российской Федерации функционирует несколько ведомственных систем мониторинга, например, служба наблюдения за загрязнением окружающей среды Росгидромета, служба мониторинга водных ресурсов Роскомвода, служба агрохимических наблюдений и мониторинга загрязнений сельскохозяйственных земель Роскомзема и др.

### **Критерии оценки качества окружающей среды**

*Государственная экологическая экспертиза* представляет собой систему государственных природоохранных мероприятий, направленных на проверку соответствия проектов, планов и мероприятий в области народного хозяйства и природных ресурсов требованиям защиты окружающей среды от вредных воздействий

Токсикологическая характеристика технологических процессов требует обоснования рекомендаций по такому изменению производства, чтобы уменьшить количество вредных полупродуктов или побочных соединений или исключить их, и медико-технических требований к планированию производственных помещений, аппаратуре, санитарно-техническому оборудованию, в том числе очистному или рассеивающему, и - в случае необходимости - к индивидуальным средствам защиты. В основе этого лежит установление *предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в различных средах. В воздушной среде:*

- ПДК р. з — *предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м<sup>3</sup>*. Эта концентрация при ежедневной (кроме выходных дней) работе в пределах 8 ч или другой продолжительности, но не более 41 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не должна вызывать в состоянии здоровья настоящего и последующего поколений заболеваний или отклонений, обнаруживаемых современными методами исследования в процессе работы. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м

над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих;

- ПДК<sub>МР</sub> — *предельно допустимая максимальная разовая концентрация вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>*. Эта концентрация при вдыхании в течение 20 мин не должна вызывать рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека;

- ПДК<sub>с.с</sub> — *предельно допустимая среднесуточная концентрация токсичного вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>*. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном вдыхании.

*В водной среде:*

- ПДК<sub>В</sub> — *предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л*. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования;

- ПДК<sub>в.р</sub> — *предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/л*;

- Интегральные показатели для воды:

БПК - *биологическая потребность в кислороде* - количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ (исключая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 20, 120 суток), мг O<sub>2</sub>/л воды (БПК<sub>П</sub> - за 20 суток, БПК<sub>5</sub> — за 5 суток);

ХПК — *химическая потребность в кислороде*, определенная бихроматным методом, т. е. количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя, необходимого для окисления всех восстановителей, содержащихся в воде, мг O<sub>2</sub>/л воды.

*В почве:*

- ПДК<sub>П</sub> — *предельно допустимая концентрация вещества в пахотном слое почвы, мг/кг*. Эта концентрация не должна вызывать прямого и косвенного отрицательного влияния на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы;

• ПДК<sub>пр</sub> (ДОК) — *предельно допустимая концентрация (допустимое остаточное количество) вещества в продуктах питания, мг/кг.*

Если величина ПДК в различных средах не установлена, действует временный гигиенический норматив ВДК (ОБУВ) - временно допустимая концентрация (ориентировочно безопасный уровень воздействия) вещества. Временный норматив устанавливается на определенный срок (2-3 года).

## ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ

Научная значимость экотоксикологии состоит в изучении современных представлений токсичности и канцерогенности элементов и их соединений, исследований специфических биогеохимических особенностей поведения токсикантов в окружающей среде, механизма их распространения и метаболизма; установлении взаимосвязи между необходимостью и токсичностью элементов; определении локализации канцерогенных ионов; оценке порогового эффекта токсикологического воздействия.

Подобный целостный комплекс достаточно сложных научно-прикладных задач, решение которых предусматривается в рамках экотоксикологии, в большинстве случаев позволяет произвести количественную оценку порогового эффекта токсикологического воздействия, имеющего место в системах «токсикант - окружающая среда» и «токсикант - живой организм» согласно уравнению:

$$D_r = D_o - (D_e + D_m)$$

где **D<sub>r</sub>** - доза вредного вещества, достигшая рецептора;

**D<sub>o</sub>** - доза вредного вещества, введенная в организм;

**D<sub>e</sub>** и **D<sub>m</sub>** - дозы вредного вещества, соответственно выделенные из организма и обезвреженные в процессе продвижения яда к рецептору.

Концепция пороговости предполагает высокое качество среды и полную безопасность для человека и любых популяций при условии загрязнения этой среды ниже определенного уровня, воздействие которого на любые организмы меньше некоторого порогового значения.

*Загрязнение окружающей среды* — это процесс привнесения в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических агентов, оказывающих негативное воздействие. Существуют три этапа загрязнений: физическое (солнечная радиация, электромагнитное излучение и т.д.), химическое (аэрозоли, тяжелые металлы и т.д.), биологическое (бактериологическое,

микробиологическое). Каждый тип загрязнения имеет характерный и специфичный для него источник загрязнения - природный или хозяйственный объект, являющийся началом поступления вещества – загрязнителя в окружающую среду. Различают природные и антропогенные источники загрязнения.

Основные природные источники поступления токсикантов в окружающую среду - ветровая пыль, лесные пожары, вулканический материал, растительность, морские соли.

Антропогенные источники - это первичное и вторичное производство цветных металлов, стали, чугуна, железа; добыча полезных ископаемых; автомобильный транспорт; химическая промышленность; производство меди, фосфатных удобрений; процессы сжигания угля, нефти, газа, древесины, отходов и др. Антропогенный поток поступления токсикантов в окружающую среду превалирует над естественным (50-80%) и лишь в некоторых случаях сопоставим с ним.

В качестве критериев количественной оценки уровня загрязнения окружающей среды могут быть использованы индекс загрязнения, предельно допустимая, фоновая и токсическая концентрации.

*Индекс загрязнения (ИЗ)* - показатель, качественно и количественно отражающий присутствие в окружающей среде вещества-загрязнителя и степень его воздействия на живые организмы.

*Предельно допустимая концентрация (ПДК)* - количество вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека. Предельно допустимые концентрации веществ, загрязняющих биосферу, вводились как нормирующие показатели во многих странах, в том числе и в нашей стране. Они устанавливались в приземной атмосфере, водах, почвах, растениях, продуктах питания.

*Фоновая концентрация* — содержание вещества в объекте окружающей среды, определяемое суммой глобальных и региональных естественных и антропогенных вкладов в результате дальнего или трансграничного переноса.

Под *токсической концентрацией* понимают либо концентрацию вредного вещества, которое способно при различной длительности воздействия вызывать гибель живых организмов, либо концентрацию вредного начала, вызывающую гибель живых организмов в течение 30 суток в результате воздействия на них вредных веществ.

Говоря о токсической концентрации как о своеобразном индикаторе токсичности природно-антропогенных экосистем, нельзя не коснуться и таких важных понятий в экотоксикологии, как вредное вещество или токсикант - загрязнитель, метаболизм, канцерогенез, токсичности как результат избытка необходимых веществ и соединений, биогеохимические свойства токсикантов и их химически активные миграционные формы окружающей природной среде.

### **Токсиканты и их специфические биогеохимические особенности**

Понятия «вредное вещество» и «токсикант» - ключевые в экотоксикологии.

*Вредное вещество* - это инородный нехарактерный для природных экосистем ингредиент, оказывающий отрицательное влияние на них и живые организмы, обитающие в этих экосистемах.

*Токсиканты* - вещества или соединения, способные оказывать, ядовитое действие на живые организмы. В зависимости от характера воздействия и степени проявления токсичности, т. е. способности этих веществ оказывать вредное воздействие на живые организмы, они классифицируются на две большие группы: токсичные и потенциально токсичные. По химической природе вредные вещества, или токсиканты, бывают неорганического происхождения (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк и др.) и органического (нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, пестициды и др.). Существует классификация опасности различных химических веществ, попадающих в окружающую среду. В зависимости от степени токсикологического воздействия химические вещества подразделяют на три класса.

### **Понятие токсичности и канцерогенности элементов и соединений**

Показателями негативного воздействия элементов и соединений на живые организмы являются их токсичность и канцерогенность.

*Токсичность и канцерогенность* - это свойства элементов и соединений, отрицательно влияющие на живые организмы и приводящие к уменьшению продолжительности их жизни.

Количество, при котором химические ингредиенты становятся действительно опасными для окружающей среды, зависит не только от степени загрязнения ими гидросферы или атмосферы, но также от химических особенностей этих ингредиентов и от деталей их биохимического цикла. Для сравнения степени токсикологического воздействия химических ингредиентов на различные организмы пользуются понятием

*молярной токсичности*, на которой основан ряд токсичности, отражающий увеличение молярного количества металла, необходимого для проявления эффекта токсичности при минимально молярной величине, относящейся к металлу с наибольшей токсичностью.

Факторами окружающей среды, влияющими на токсичность, являются температура, растворенный кислород, рН, жесткость и щелочность воды, присутствие хелатообразующих агентов и других загрязнителей в воде. Уменьшение парциального давления кислорода и увеличение рН и жесткости воды приводят к понижению токсикологического воздействия веществ-загрязнителей на окружающую среду и живые организмы, обитающие в ней. Устойчивость живого организма по отношению к токсикантам может быть достигнута при: 1) уменьшении поступления токсиканта; 2) увеличении коэффициента выделения токсиканта; 3) переводе токсиканта в неактивную форму в результате его изоляции или осаждения. Факторы, влияющие на доступность токсикантов, усвоение, их воздействие на организм, могут быть совершенно разной природы:

- химические (химические свойства, окислительно-восстановительные потенциалы, частота воздействия);
- физические (освещенность, температура, турбулентность в растворах);
- биологические (размеры, стадии развития, упитанность, состояние здоровья, акклиматизация).

*Канцерогенез* - это способность металла проникать в клетку и реагировать с молекулой ДНК, приводя к хромосомным нарушениям клетки. Канцерогенными веществами являются никель, кобальт, хром, мышьяк, бериллий, кадмий. Различие в канцерогенной активности определяется биодоступностью металлопроизводных: наиболее потенциально активные соединения содержат канцерогенные ионы металла, способные легко внедряться в клетки и реагировать с молекулой ДНК. Например, соли шестивалентного хрома  $\text{CrO}_4^{2-}$  потенциально более канцерогенны, чем соли трехвалентного хрома  $\text{CrCl}_3$ , поскольку первые легче проникают в клетки, а вторые — лишь ограниченно.

Любая деятельность человека оказывает воздействие на суммарные ресурсы Земли. Казалось бы, в результате такой деятельности ресурсы Земли должны иссякнуть. Однако

не следует забывать, что Земля постоянно получает приток новой энергии, источником которой является Солнце.

Таким образом, деятельность человека причиняет ущерб окружающей среде независимо от его добрых намерений и задача состоит в том, чтобы сделать последствия этой деятельности наименее пагубными.

Загрязнения окружающей среды (ОС) можно классифицировать на физические (шум, вибрации, различные виды излучений) и химические (различные вещества: в воздухе - это токсичные газы и пары, в воде и почве - ионы тяжелых металлов).

## ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ

### Характеристика атмосферы и виды загрязнений

Это и твердые частицы, например частицы сажи, асбеста свинца, и взвешенные жидкие капельки углеводородов и серной кислоты, и газы, такие, как оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы. Все эти загрязнения, находящиеся в воздухе, оказывают биологическое воздействие на организм человека: затрудняется дыхание, осложняется и может принять опасный характер течение сердечно-сосудистых заболеваний. Под действием одних содержащихся в воздухе загрязнителей (например, диоксида серы и углерода) подвергаются коррозии различные строительные материалы, в том числе известняк и металлы. Кроме того, может измениться облик местности, поскольку растения также чувствительны к загрязнению воздуха.

*Смог* (от англ. *smoke* - дым и *fog* - туман), нарушающий нормальное состояние воздуха многих городов, возникает в результате реакции между содержащимися в воздухе углеводородами и оксидами азота, находящимися в выхлопных газах автомобилей.

К основным загрязнениям атмосферы, которых, по данным ЮНЕП, ежегодно выделяется до 25 млрд. т., относят:

диоксид серы и частицы пыли - 200 млн т/год

оксид азота ( $N_xO_y$ ) - 60 млн т/год

оксиды углерода ( $CO$  и  $CO_2$ ) - 8000 млн т/год

углеводороды ( $C_xH_y$ ) - 80 млн т/год

**Оксид серы IV  $SO_2$ .** При растворении в воде образует кислотные дожди:  $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$  Выделяется в атмосферу основном в результате работы теплоэлектростанций

(ТЭС) при сжигании бурого угля и мазута, а также серосодержащих нефтепродуктов и при получении многих металлов из серосодержащих руд .

Кислотные дожди губят растения, закисляют почву, увеличивают кислотность озер.

Россия входит в Конвенцию по  $\text{SO}_2$  и участвует во всех процессах, способствующих снижению выбросов окислов серы в атмосферу. Используя оксиды серы как вторичное сырье, человечество для производства такого необходимого ему во многих отраслях промышленности продукта, как серная кислота, перестанет извлекать из недр ограниченные запасы серы.

**Оксиды азота ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ).** В природе оксиды азота образуются при лесных пожарах. Высокие концентрации оксидов азота в городах и окрестностях промышленных предприятий связаны с деятельностью человека. В значительном количестве оксиды азота выделяют ТЭС и двигатели внутреннего сгорания. Выделяются оксиды азота и при травлении металлов азотной кислотой. Производство взрывчатых веществ и азотной кислоты — еще два источника выбросов оксидов азота в атмосферу.

Загрязняют атмосферу:

- $\text{N}_2\text{O}$  - оксид азота I (веселящий газ), обладает наркотическими свойствами, используется при хирургических операциях;
- $\text{NO}$  - оксид азота II, действует на нервную систему человека, вызывает паралич и судороги, связывает гемоглобин крови и вызывает кислородное голодание;
- $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_4$  - оксиды азота V ( $\text{N}_2\text{O}_4 = 2 \text{NO}_2$ ), при взаимодействии с водой образуют азотную кислоту. Вызывают поражение дыхательных путей и отек легких.

Оксиды азота принимают участие в образовании фотохимического смога.

Уровни фотохимического загрязнения воздуха тесно связаны с режимом движения автотранспорта. В период высокой интенсивности движения утром и вечером отмечается пик выбросов в атмосферу оксидов азота и углеводородов. Именно эти соединения, вступая в реакции, друг с другом, обуславливают фотохимическое загрязнение воздуха.

**Оксид углерода II (CO).** Концентрация оксида углерода II в городском воздухе больше, чем любого другого загрязнителя. Однако поскольку этот газ не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса, наши органы чувств не в состоянии обнаружить его.

Самый крупный источник оксида углерода в городах — автотранспорт. В большинстве городов свыше 90% CO попадает в воздух вследствие неполного сгорания углерода в моторном топливе.

Другой источник оксида углерода - табачный дым, с которым сталкиваются не только курильщики, но и их ближайшее окружение. Доказано, что курильщик поглощает вдвое больше оксида углерода по сравнению с некурящим.

Оксид углерода вдыхается вместе с воздухом или табачным дымом и поступает в кровь, где конкурирует с кислородом за молекулы гемоглобина. Оксид углерода соединяется с молекулами гемоглобина прочнее, чем кислород.

**Оксид углерода IV (CO<sub>2</sub>).** Влияние углекислого газа (CO<sub>2</sub>) связано с его способностью поглощать инфракрасное излучения (ИК) в диапазоне длин волн от 700 до 1400 нм.

Механизмом вывода углекислого газа из атмосферы является поглощение его в результате фотосинтеза растений.

**Пыль.** Причины основных выбросов пыли в атмосферу — это пыльные бури, эрозия почв, вулканы, морские брызги. Около 15— 20% общего количества пыли и аэрозолей в атмосфере — дело рук человека: производство стройматериалов, дробление пород в горнодобывающей промышленности, производство цемента, строительство. Пыль, осевшая в индустриальных городах, содержит 20% оксидов железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 15% оксида кремния (SiO<sub>2</sub>) и 5% сажи (C). Промышленная пыль часто включает также оксиды различных металлов и неметаллов, многие из которых токсичны (оксиды марганца, свинца, молибдена, ванадия, сурьмы, теллура).

Пыль и аэрозоли не только затрудняют дыхание, но и приводят к климатическим изменениям, поскольку отражают солнечное излучение и затрудняют отвод тепла от Земли.

**Кислород (O<sub>2</sub>).** С течением времени содержание кислорода в атмосфере значительно менялось, поскольку менялись уровни его образования и использования .

Другая проблема - вырубка лесов, приводящая к возникновению кислородных «паразитов» - стран, которые живут за счет чужого кислорода. Например, США за счет своих растений имеет только 45% кислорода, Швейцария - 25%

**Озон (O<sub>3</sub>).** Наиболее распространенной количественной оценкой состояния озона в атмосфере является толщина озонового слоя X — это толщина слоя озона, приведенного к нормальным условиям, которая в зависимости от сезона, широты и долготы колеблется от 2,5 до 5 относительных мм. Области с уменьшенным содержанием на 40—50% озона в атмосфере называют «озоновыми дырами».

Около 90% озона находится в стратосфере. Долгое время считалось, что основной причиной истощения озонового слоя являются полеты космических кораблей и сверхзвуковых самолетов,<sup>a</sup> также извержения вулканов и другие природные явления.

Разрушительное действие хлорфторуглеродных соединений (ХФУ) на стратосферный озон было открыто в 1974 г.

ХФУ, часто встречающиеся в быту и в промышленном производстве, — это пропелленты в аэрозольных упаковках, хладагенты (фреоны) в холодильниках и кондиционерах. Они применяются и при производстве вспененного полиуретана, и при чистке электронной техники.

Постепенно ХФУ поднимаются в верхний слой атмосферы и разрушают озоновый слой - щит атмосферы, спасающий от УФ - излучения. Время жизни двух самых опасных фреонов - Ф-11 и Ф-12 - от 70 до 100 лет.

Таким образом, разложение ХФУ солнечным излучением создает каталитическую цепную реакцию, согласно которой один атом хлора способен разрушить до 100 000 молекул озона. Канцерогенным является УФ-излучение с длиной волны короче 320 нм. Ожидается, что каждый процент сокращения озонового слоя повлечет за собой увеличение числа случаев заболевания раком кожи на 5-6%.

## **ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Природопользование — непосредственное и косвенное воздействие человека на окружающую среду в результате всей его деятельности*

*Рациональное природопользование* - планомерное, научно обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновляемых ресурсов в цикле: производство - потребление - вторичные ресурсы при условии сохранения и воспроизводства возобновляемых природных ресурсов.

Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияния на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и

малоотходных производств может предотвратить оскудение природных ресурсов и деградацию природной среды. Хозяйственная деятельность людей должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т. е. осуществляется замкнутый кругооборот.

Казалось бы, сегодня всем ясно, что время «покорения природы» безвозвратно прошло, и начался период глубокого, заинтересованного познания ее законов. Однако на практике объемы отходов в стране растут в два-три раза быстрее, чем объемы производства и численности населения. Лавина отходов загрязняет природу, их вредные токсичные компоненты засоряют землю, воздух, реки, моря и озера. Причина кроется в сиюминутной выгоде для производства. Но разумный человек не должен считать выгодой уничтожение всего живого «безумное прожигание» ресурсов, не только своих, но и принадлежащих будущим поколениям. Следовательно, пришло время коренным образом изменить сам подход к понятию выгоды, когда речь идет о природопользовании.

Исходя из сказанного можно сформулировать наиболее общее определение *рационального природопользования* - это система взаимодействия общества и природы, построенная на основе научных законов природы и в наибольшей степени отвечающая задачам, как развития производства, так и сохранения биосферы.

### **Безотходные и малоотходные производства**

В соответствии с решением ЕЭК ООН и с Декларацией о малоотходной и безотходной технологиях и использовании отходов принята такая формулировка безотходной технологии (БОТ): «Безотходная технология есть практическое применение знаний методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду».

В литературе встречаются и другие термины, например, «безотходная технологическая система» (БТС). Под БТС понимается такое отдельное производство или совокупность производств, в результате практической деятельности которых не происходит отрицательного воздействия на окружающую среду. В определении безотходной технологии подразумевается не только производственный процесс. Это понятие 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 безвредную форму после выхода из строя.

Теория безотходных технологических процессов в рамках основных законов природопользования базируется на двух предпосылках:

- исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных;
- создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства. Схема такого процесса - «спрос — готовый продукт — сырье». Но каждый этап этой схемы требует затрат энергии, производство которой связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Вторым препятствием полной замкнутости процесса является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде.

Критики концепции безотходного производства утверждают, ссылаясь на второй закон термодинамики, что как энергию нельзя полностью перевести в работу, так и сырье невозможно полностью переработать в продукты производства и потребления. С этим нельзя согласиться, поскольку речь идет, прежде всего, о материи и о Земле как открытой системе, а материю - продукцию в соответствии с законом сохранения вещества и энергии всегда можно преобразовать снова в соответствующую продукцию. Примерами служат безотходно функционирующие природные экосистемы.

Имеется и другая крайность, когда все работы, связанные с охраной ОС от промышленных загрязнений, относят к БОТ и МОТ. Необходимо помнить, что оценка степени безотходности производства — очень сложная задача и единых критериев для всех отраслей промышленности нет.

В целом комплексный подход к оценке степени безотходности производства должен базироваться на:

- учете не столько безотходности, сколько степени использования природных ресурсов;
- оценке производства на основе самого обычного материального баланса, т. е. на отношении выхода конечной продукции к массе поступившего сырья и полуфабрикатов,

- определении степени безотходности по количеству отходов, образующихся на единицу продукции.

Для расчета энергетических затрат следует рассматривать энергоемкость продукции с учетом коэффициентов безотходности. Только в этом случае можно получить объективный показатель безотходности рассматриваемого производства. Масштабы загрязнения ОС при производстве электроэнергии на ТЭС часто таковы, что могут свести к минимуму те экологические преимущества, которые удастся достичь при совершенствований основного производства. Например, в цветной металлургии о степени безотходности судят по коэффициенту комплексности использования сырья (во многих случаях он превышает 80%). В угледобывающей промышленности предприятие считается безотходным (малоотходным), если этот коэффициент не превышает 75%.

### **Основные принципы создания безотходных производств**

Основные принципы создания безотходных производств заключаются в комплексном использовании сырья, создании принципиально новых и совершенствовании действующих технологий, создании замкнутых водо- и газооборотных циклов, кооперировании предприятий и создании территориально-производственных комплексов.

*1. Комплексное использование сырья.* Отходы производства - это неиспользованная или недоиспользованная по тем или иным причинам часть сырья. Поэтому проблема комплексного использования сырья имеет большое значение, как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики.

Необходимость комплексного использования природных ресурсов диктуется, с одной стороны, все увеличивающимися темпами роста объемов промышленных производств, загрязняющих окружающую среду, а с другой - необходимостью экономного их расходования, поскольку запасы основного минерального сырья ограничены, а цены на него *непрерывно* возрастают. В свою очередь рост цен ускоряет внедрение и разработку малоотходных и безотходных производств, поскольку расширяются пределы их экономической рентабельности.

Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить количество недоиспользованных веществ, увеличить ассортимент готовых продуктов, выпускать новые продукты из той части сырья, которая раньше уходила в отходы.

2. *Создание принципиально новых и совершенствование действующих технологий (схем).* Это очень важный этап в технологии.

3. *Создание замкнутых водо- и газооборотных циклов.* С позиций экологической безопасности и надежности не менее важной представляется задача по созданию замкнутых водо- и газооборотных циклов.

4. *Кооперирование предприятий, создание территориально-производственных комплексов.* В большинстве случаев отходы одного производства являются сырьем для других производств. В связи с этим предлагается сам термин «отходы» заменить на «продукты незавершенного производства». При этом основная задача состоит в изыскании возможностей для применения продуктов незавершенного производства в других производствах или отраслях народного хозяйства, которые могли бы строить свою деятельность на них как на вторичных материальных ресурсах.

Большая работа проводится в различных странах по созданию так называемых «банков отходов», т. е. по систематизации отходов различных отраслей промышленности, например, химической, нефтехимической отраслей, металлургии.

Наиболее благоприятные возможности для межотраслевого кооперирования складываются в условиях территориально-производственных комплексов (ТПК). Самый эффективный тип организации производства - сочетание межрайонной специализации с внутрирайонной кооперацией.

### **Безотходное потребление**

Обычно проблемы экологии и ресурсосбережения связываю с деятельностью предприятий, упуская из виду, что различные ресурсы потребляются в быту. Объемы потребляемых населением материальных благ и ресурсов весьма значительны. Например, соотношение между потреблением и накоплением в национальном доходе составляет примерно 3/4:1/4. Следует также отметить тенденцию опережающего роста объемов отходов потребления по сравнению с отходами промышленности

Пути перехода к «безотходному типу потребления» имеют свои особенности. Одна из них заключается в том, что отрасли обслуживающие население, наименее «технологичны» в отношении безотходности. Помимо того, что материальные ценности в этих отраслях рассредоточены в соответствии со сложившейся системой расселения по территории всей страны, объемы образующихся отходов у конкретных потребителей весьма незначительны, а сами отходы очень разнородны и многокомпонентные.

Положение осложняется тем, что сфера потребления в гораздо большей степени, чем сфера производства, поддается экономическому регулированию. Сфера потребления всегда ориентирована на конкретных людей, живущих в соответствии с многочисленными национальными традициями, особенностями регионов, уровнем культуры.

Таким образом, достижение рационального использования ресурсов в сфере потребления - сложная проблема и ее решение может быть достигнуто с помощью мер, условно разделяемых на две основные группы. Первая объединяет меры, предпринимаемые в отраслях общественного обслуживания (экономическое регулирование), вторая — меры воспитательного характера, направленные на выработку у каждого гражданина сознательного отношения к потребляемым ресурсам (регулирование воспитанием). На практике эти меры носят комплексный характер, взаимно дополняя друг друга. Внедрение новых технических решений, с помощью которых достигается экономия ресурсов, должно сопровождаться их пропагандой и созданием условий для широкого использования.

Например, одним из наиболее используемых ресурсов для бытовых нужд является питьевая вода. Жилищно-коммунальное хозяйство наряду с промышленностью и сельским хозяйством - крупнейший потребитель воды. Специалисты подсчитали, что водопотребление на одного жителя, пользующегося водопроводом, составляет 200-240 л/сутки, а пользующегося, образно говоря, «ведром» - только 20-40л. Чаще всего потери воды вызваны техническими неполадками. Речь идет, в частности, о неисправностях оборудования, утечках воды из труб. Кроме того, много питьевой воды расходуется не по назначению, например на полив зеленых насаждений, и т.д.

Для решения вопроса рационального водопользования необходимо наладить тщательный учет всей расходуемой воды и оперативно устранять технические неполадки в системах водообеспечения. О том, что возможности для этого есть, свидетельствуют значительные различия в уровне потребления воды между различными городами и регионами страны, а также достигнутым уровнем потребления воды в ряде развитых государств. Например, в Москве начиная с 1997 г. ведется работа по установлению водосчетчиков в многоквартирных домах наряду с введением в строй в 1994 г. станции «Роса», осуществляющей контроль водопроводной воды по 70 показателям 30 раз в сутки. Таким образом, для обеспечения рационального потребления воды необходим

комплекс мер, объединяющий прогресс в области экономики, организации и техники, дополненный продуманной эффективной воспитательной работой.

Все это в полной мере относится и к потреблению других видов ресурсов, в частности, топливно-энергетических. Например, потребление электроэнергии на бытовые нужды в последнее время ежегодно увеличивается на 10%, в то же время опыт показывает, что такое увеличение не всегда оправдано. Одним из направлений экономии электрической энергии является массовый выпуск бытовой техники, обеспечивающей рациональное потребление электроэнергии. Например, замена парка бытовых холодильников на более экономичные модели (с усовершенствованной теплоизоляцией, автоматическим оттаиванием) позволила снизить потребление электроэнергии. Переход на «зимнее» и «летнее» время, позволяющий лучше использовать «светлые» часы суток, в целом по народному хозяйству дает экономию около 3 млрд кВт-ч электроэнергии в год, на 3—4 млн кВт-ч снижает пиковые нагрузки энергосистем.

### **Управление естественными и социоприродными экосистемами**

До недавнего времени управление социоприродной экосистемой осуществлялось в интересах только человеческого общества, что привело бы к глобальному нарушению экологического равновесия и обозначило катастрофу для человечества. Целям новой стратегии для оздоровления системы служит, в частности, экологический менеджмент.

Само управление состоит из оценки состояния ОС, контроля изменения ее параметров, прогноза, принятия решений, реализации через производственные структуры с помощью структур управления

Безопасное управление природными процессами предполагает контроль качества среды обитания. Уровень контроля зависит от экономического и культурного развития общества. Чем более развито общество, тем эффективнее реализуются процессы социально-экологического управления средой обитания.

Социально-экологическому контролю подлежат все компоненты системы «природа-человек».

Особенность иерархических систем управления заключается в том, что информация о состоянии объекта контроля может быть получена лишь с нижних уровней управляемой системы. А это предопределяет особые (основанные на доверии) отношения между контролирующей и управляющей системами и системой производства. Отсюда концепция современных информационно-управляющих природоохранных

систем основывается на знании законов саморегуляции природных систем, на знании возможного предела вмешательства человека в эти саморегулируемые системы, за которым — необратимые катастрофические последствия.

Основные требования к проведению экологического контроля:

- гарантия достижения природоохранной цели путем выявления отклонений от нормативных значений контролируемых величин: атмосферы, гидросферы, почвы, выбросов промышленных предприятий и т.д. Превентивная ориентация контроля;
- отражение в планах производства природоохранной деятельности предприятий;
- эффективность организационной структуры контроля защиты ОС;
- индивидуальный подход к контролю: методы контроля должны быть понятны руководителю предприятия, рядовому работнику и контролеру;
- прогноз изменения состояния среды обитания, выделение признаков приближения ее к опасному состоянию, контроль за критическими состояниями среды: залповыми выбросами, аварийными ситуациями по состоянию ОС и т.д.
- работа по выходу из аварийной или стихийной ситуации, ликвидация возможности развития чрезвычайной ситуации из-за накопленных радиоактивных веществ, химического оружия, устаревших технологий и т.д.

Среди способов контроля различают: прямой непосредственный контроль за состоянием ОС с использованием технических средств по отслеживанию физических, химических, биологических параметров и факторов загрязнения атмосферы, гидросферы и почвы. Для оценки состояния *ОС* пользуются методом *биоиндикации*. При этом используется высокая чувствительность некоторых живых организмов к загрязнению, например, хорошими индикаторами загрязнения являются мхи, лишайники и водоросли.

Косвенный способ контроля заключается в использовании законодательных и административных рычагов управления.

Контроль может быть ручным, когда наблюдения за изменениями ОС осуществляются вручную, или автоматическим, когда контроль за изменением ОС осуществляется в автоматическом режиме.

По способу анализа контроль может быть прямым и дистанционным. В отличие от прямого дистанционный метод анализа состояния ОС предусматривает бесконтактный процесс получения информации с помощью аэрофотосъемки или космической съемки.

Поскольку экологическая оценка имеет много неопределенностей, то полезна *экспертная оценка* состояния ОС; она применяется в сложных и критических условиях. Это прерогатива специалистов-экспертов высокого класса, принимающих на себя ответственность в принятии решений в сложных экологических ситуациях.

*Правовое обеспечение контроля* состоит в выполнении законов по обеспечению сохранности ОС, а также норм правового регулирования использования воды, воздуха, почвы, недр и т.д. Сюда включается лицензионное право организаций на вылов рыбы, отстрел животных, вырубку леса, добычу полезных ископаемых и т.д.

*Технологический контроль* связан с соблюдением технологического режима производства, который регулируется нормами и требованиями по обеспечению экологической безопасности среды производства и продукции. Отвечают за технологическое обеспечение производства руководитель предприятия, главный инженер, технолог и эколог-менеджер.

*Экономический контроль ОС* заключается в предпочтении экологически чистого производства и продукта. Налоговый прессинг должен возрастать по отношению к вредному производству и вредному продукту.

Для снижения давления на ОС применяются информационные, предупредительные и карательные методы. *Информационные* включают мониторинг изменения параметров ОС, *предупредительные* - различные виды экологической экспертизы, административно-правовые - экостандарты, разрешения, лицензии и т.д., *административно-предупредительные* - проверку деятельности объектов возможного загрязнения, экологический аудит и т.д., *карательные* - различные формы пресечения (от закрытия предприятия до уголовного преследования виновных), экономические и финансовые меры воздействия.

К *информационному обеспечению экологических проблем* относятся сбор, обработка, анализ, синтез данных, построение моделей, создание баз данных для пользователей. Первичная экологическая информация собирается с помощью измерительных средств в процессе научно-практической деятельности. Эта информация обладает наивысшей прикладной ценностью. Вторичная информация — результат переработки первичной для дальнейшего использования в экологическом моделировании, мониторинге и экспертизе. Третичная информация является результатом

переработки вторичной для предоставления потребителю для последующего принятия решений.

*Экологическое моделирование* занимается изучением экологических объектов и процессов на их моделях для расчета поведения человека в стационарно-изменяющихся условиях ОС, а также для выработки рекомендаций по координированию форм и масштабов хозяйственной деятельности с изменяющимися условиями среды.

*Экологический мониторинг* - система наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей природной среды и экологических систем, в том числе и находящихся в условиях антропогенных воздействий. Экологический мониторинг состоит из следующих ступеней: биологический мониторинг отслеживает связь в изменениях ОС с состоянием организмов биоты, в том числе и человека, особое значение придается учету канцерогенных и мутагенных факторов; геоэкологический (природно-хозяйственный) мониторинг обеспечивает наблюдение за природными экосистемами, агробиотой и индустриальными системами; методы этой ступени мониторинга должны определять способность ОС к самовосстановлению, биопродуктивности экосистем и различные ПДК, контроль обеспечивается сетью контрольных пунктов наблюдений и полигонов; биосферный мониторинг отслеживает изменения в биосфере, вызванные антропогенными воздействиями.

Целью *экологической экспертизы* является превентивный контроль экологической безопасности, осуществление государственного контроля в области охраны ОС и рационального использования природных ресурсов. Эти функции делегированы государством Министерству природных ресурсов РФ, Государственному комитету РФ по охране окружающей среды и их территориальным органам соответствующими законами РФ.

*Заключение экспертной комиссии* обязательно для всех юридических лиц и граждан, деятельность которых связана с воздействием на окружающую природную среду, с природопользованием и т.д. Положительное заключение экспертной комиссии является одним из обязательных документов для открытия финансирования и кредитования реализации объекта.

Объектами государственной экологической экспертизы являются:

- предпроектные материалы по развитию и размещению производительных сил и отраслей народного хозяйства;

- проекты целевых федеральных социально-экономических и научно-технических программ, связанных с воздействием на ОС;
- проекты федеральных комплексных схем охраны и использования земельных, водных, лесных и других природных ресурсов;
- материалы экологического обследования территории для. предания им статуса особо охраняемого природного объекта;
- ТЭО и проекты на строительство, реконструкцию, развитие, ликвидацию объектов и предприятий федерального значения, осуществление которых может нанести вред ОС;
- проекты нормативно-технической и инструктивно - методической документации в части охраны ОС и реакционного природопользования, регламентирующих хозяйственную деятельность.

### **Экологическое сопровождение хозяйственной деятельности**

Экологическая ситуация в России настоятельно требует перехода от дискретного к непрерывному процессу учета экологического фактора в процессе жизнедеятельности общества в рамках сохранения качества ОС. При этом предусматривается оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовка экологических разделов в рамках ТЭО или проектов, экологическая экспертиза, послепроектный анализ, экологический аудит, экологическая сертификация и лицензирование, использования природных ресурсов, экологическое страхование и др.

Рассмотрим этапы экологического сопровождения хозяйственной деятельности (ЭСХД).

Этап А. Планирование и согласование планов реализации деятельности. Здесь разрабатывается и утверждается предпроектная и проектная документация на право осуществления планируемой деятельности. Этап предусматривает проведение ОВОС.

Этап Б. Создание материальных объектов планируемой деятельности, обеспечивающих ее реализацию (строительство зданий, машин и механизмов). Этап предусматривает мониторинг ОС.

Этап В. Осуществление планируемой деятельности, происходящее: в штатном режиме (этап В1); во внештатном режиме (аварии, технологические сбои и т.д.) — этап В2. Предусматриваются мероприятия по локализации экологического ущерба, экологический аудит для определения причин возникновения нештатной ситуации.

Этап Г. Прекращение деятельности. Ликвидация должна сопровождаться проведением экологического мониторинга и аудита.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ**

Правонарушение представляет собой юридический факт, порождающий охранительное правоотношение.

Специфика правонарушения, совершенного в области природопользования и охраны окружающей среды, определяет его как экологическое правонарушение и заключается в том, что:

- объектом экологического правонарушения выступают общественные отношения в сфере рационального природопользования и охраны окружающей среды;
- экологическое правонарушение представляет собой противоправное деяние, совершенное путем действия (например, незаконная порубка и повреждение деревьев и кустарников) или бездействия (невыполнение правил охраны недр);
- вина является третьим признаком состава правонарушения в формах умысла и неосторожности. Например, незаконная охота (ст. 258 УК) может быть совершена только с прямым умыслом, уничтожение лесных массивов в результате неосторожного обращения с огнем - только по неосторожности (ст. 261 УК РФ);
- субъектом экологического правонарушения могут быть граждане и юридические лица.

Под вредом понимается реальный ущерб и упущенная выгода. Реальный ущерб в экологической сфере может выражаться в уменьшении лесных массивов, снижении плодородия почвы и т.д., а также в расходах на их восстановление. Упущенная выгода в экологической сфере может выражаться в неполученных доходах, например, от хозяйственного использования той почвы, плодородие которой снизилось.

Вред окружающей среде (с точки зрения последствий) может быть как экономический (гибель лесного массива, предназначенного к вырубке и продаже), так и экологический (нарушение экологических интересов общества в части благоприятной среды). Между собой эти виды вреда органически связаны как источником, так и способом причинения и рассматриваются в денежном выражении. Но в отличие от экономического вред экологический более длителен в своем проявлении и последствия его могут быть растянуты во времени и в пространстве. Этот вред не всегда может быть

возмещен в натуре, не всегда оценим в денежном выражении. Поэтому огромное значение имеет превентивная работа по предупреждению наступления вреда.

Вред окружающей среде может быть причинен как правомерными действиями (разрешенными государством), так и вследствие нарушения экологического законодательства. Соответственно правомерный вред (объективно вынужденный) должен быть возмещен только в случаях, прямо предусмотренных законодательством. Эколого-правовая ответственность за неправомерный вред наступает только в случае, когда он является прямым следствием нарушения экологического законодательства.

### **Правовой режим природопользования и охраны окружающей среды**

**Загрязнение вод.** Правонарушениями считаются загрязнение, засорение, истощение поверхностных или полных вод, источников питьевой воды либо изменение природных свойств, если они повлекли существенный вред животному или растительному миру, рыбным запасам, лесному или сельскому хозяйству.

Существенный вред, причиненный животному и растительному миру, заключается в возникновении заболеваний или гибели животных и растений, уничтожении рыбных запасов, мест нереста и нагула, заболеваний или гибели лесных массивов в снижении продуктивности земель, возникновении заболоченных или засоленных земель. Оценка причиненного вреда выполняется с учетом затрат на зарыбление водоемов, упущенной выгоды реальной стоимости затрат на восстановительные работы и ликвидацию последствий.

**Загрязнение биосферы.** Наказывается нарушение правил выброса в атмосферу загрязняющих веществ или нарушение эксплуатации установок, сооружений и иных объектов, если это повлекло загрязнение или изменение природных свойств воздуха. Загрязнением являются: внесение в состав атмосферного воздуха, атмосферы или образование в них загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровни естественного содержания; повышение концентрации химических веществ, взвешенных частиц; изменение теплового режима, радиационных, электромагнитных и шумовых показателей.

Источниками загрязнения могут быть, в частности, транспортные средства, предприятия промышленности, воздушные линии электропередач, распределительные подстанции, энергетические установки, станции радиолокации, сотовая и космическая

связь. Причинение вреда здоровью человека происходит в результате вдыхания загрязняющих веществ, поражения кожных покровов, слизистых и иных органов.

**Загрязнение морской среды** - привнесение веществ и материалов, ухудшающих качество морской среды, ограничивающих ее использование, приводящее к уничтожению, истощению, заболеванию или сокращению живых ресурсов моря. Наказывается загрязнение морской среды из находящихся на суше источников либо вследствие нарушения захоронения или сброса с транспортных средств (либо с возведенных в море искусственных сооружений) веществ и материалов, вредных для здоровья человека и живых ресурсов моря либо препятствующих правомерному использованию морской среды.

Существенный вред может проявиться в массовой гибели морских биоресурсов (рыбы, животных, растений, организмов), уничтожении мест нереста, снижении промысловых запасов рыб, уничтожении кормовой базы рыб, загрязнении мест отдыха граждан.

**Порча земли.** Правонарушениями считаются отравление, загрязнение или иная порча земли вредными продуктами хозяйственной или иной деятельности вследствие нарушения правил обращения с удобрениями, стимуляторами роста растений, ядохимикатами и иными опасными химическими и биологическими веществами при их хранении, использовании и транспортировке, повлекшие причинение вреда здоровью человека или окружающей среды,

Вредное воздействие на землю проявляется в загрязнении, захлавлении, засолении, заболачивании, подтоплении, опустынивании, иссушении, переуплотнении и эрозии почвы, порче и уничтожении плодородного слоя, заражении почвы возбудителями бактериальных, паразитарных и инфекционных заболеваний. Деградация земель может вести к угрозе жизни и здоровью человека, катастрофам, разрушению историко-культурного наследия и природного ландшафта, загрязнению сельскохозяйственной продукции и водных источников, гибели животных (диких и домашних) и водных биоресурсов. Причиненный вред оценивается по соответствующим методикам или по фактическим затратам на восстановление деградированных и загрязненных земель с учетом ухудшения качества земель и по их использованию.

**Уничтожение или повреждение лесов** (а также насаждений не входящих в лесной фонд) в результате неосторожного обращения с огнем или иным источником повышенной опасности является правонарушением.

Загрязнение леса может происходить в ходе хозяйственной или иной деятельности путем выбросов, сбросов вредных веществ, а также размещения отходов и отбросов производства, коммунально-бытовых и иных отходов, устройства свалок.

**Уничтожение критических местообитаний** для организмов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации, повлекшее гибель популяций этих организмов, сокращение численности, нарушение среды обитания, считается правонарушением. Красная книга России ведется Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов на основе систематического обновления данных о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов диких животных и дикорастущих растений и грибов. В издание Книги 1995 г. занесено 65 видов млекопитающих, 109 — птиц, 15 — рептилий и амфибий, 9 — рыб, 15 — моллюсков и 34 — насекомых. Под средой обитания понимается природная среда, в которой объекты животного мира находятся в состоянии естественной свободы, обеспечивающей размножение, отдых, миграцию, выращивание молодняка.

Уничтожение критических мест обитаний может произойти из-за хозяйственной деятельности человека, проведения взрывных работ, размещения отходов, строительства нефтепроводов, линий электропередач, каналов, плотин, введения в оборот целинных земель, проведения геологоразведочных работ, выпаса сельскохозяйственных животных, туристической деятельности, организации мест массового отдыха.

**Незаконная охота.** Охота - выслеживание с целью добычи преследование и сама добыча диких животных. Нахождение в охотничьих угодьях с ружьем охотничьими собаками, орудиями охоты приравнивается к охоте. Незаконной признается охота без соответствующего разрешения или осуществляемая вопреки запрету либо лицом, не имеющим права на охоту. Предметом незаконной охоты являются дикие животные в среде естественного обитания.

**Незаконная добыча рыбы, морского зверя (моржи, тюлени нерпы и др.) и иных водных животных или промысловых морских растений**, если она повлекла крупный ущерб или произведена с использованием самоходного транспортного средства, электрического тока, химических или взрывчатых веществ или происходила на территории

заповедника или в зоне экологического бедствия в местах нереста или на путях миграции, наказывается.

Нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами. Производство запрещенных видов опасных отходов, транспортировка и хранение, захоронение, использование или иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил, если это создало угрозу причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде, являются правонарушениями.

Запрещенные виды опасных отходов — это сильнодействующие отравляющие вещества, опасные отходы — непригодное для производства или утратившее потребительские свойства сырье, вещества и энергия, способные вызвать отравление. Нарушение правил обращения с отходами состоит в противоправном действии или бездействии (невыполнении должностных обязанностей) на любой стадии их обращения. В законодательстве выделяются следующие стадии: обезвреживание, утилизация, складирование, хранение, захоронение, транспортировка, удаление.

Выделяется более 100 видов сильнодействующих веществ в том числе, например, аминазн, барбитал натрия, клофелин, пипрадол, тазепам, френолон, хлороформ, эфир. Существует более 60 видов ядовитых веществ: метиловый спирт, стрихнин, фенол, цианистый калий, яд змеиный, некоторые соединения ртути, синильная кислота и т.д.

Нарушение правил охраны и использования недр при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации горнодобывающих предприятий и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, а также самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых, если эти действия повлекли значительный ущерб, считаются *правонарушением*.

Нарушение режима особо охраняемых природных территорий и природных объектов (заповедников, заказников, памятников природы), повлекшее значительный ущерб, — *правонарушение*.

Природным комплексом является природно-географический комплекс (ландшафт), представляющий ограниченный участок территории, в котором природные компоненты находятся в устойчивом взаимодействии. К объектам с особым статусом относятся заповедники, заказники, ботанические сады, национальные парки и т.п.

### **Виды ответственности за экологические правонарушения**

Эколого-правовая ответственность является разновидностью общеюридической ответственности, но в то же время отличается от иных видов юридической ответственности.

Эколого-правовая ответственность рассматривается в трех взаимосвязанных аспектах:

- как государственное принуждение к исполнению требований, предписанных законодательством;
- как правоотношение между государством (в лице его органов) и правонарушителями (которые подвергаются санкциям);
- как правовой институт, т.е. совокупность юридических норм, различных отраслей права (земельного, горного, водного, лесного, природоохранного и др.).

Экологические правонарушения наказываются в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации. Конечная цель экологического законодательства и каждой отдельной его статьи заключается в охране от загрязнения, обеспечении правомерного использования окружающей среды и ее элементов, охраняемых законом. Сферой действия экологического законодательства являются окружающая среда и ее отдельные элементы. Предметом правонарушения признается элемент окружающей среды. Требования закона предполагают установление четкой причинной связи между допущенным нарушением и ухудшением окружающей среды.

Субъектом экологических правонарушений является лицо, достигшее 16-летнего возраста, на которое нормативно-правовыми актами возложены соответствующие должностные обязанности (соблюдение правил охраны окружающей среды, контроль за соблюдением правил), либо любое лицо, достигшее 16-летнего возраста, нарушившее требования экологического законодательства.

Для экологического правонарушения характерно наличие трех элементов:

- противоправность поведения;
- причинение экологического вреда (или реальная угроза) либо нарушение иных законных прав и интересов субъекта экологического права;
- причинная связь между противоправным поведением и нанесенным экологическим вредом или реальной угрозой причинения такого вреда либо нарушением иных законных прав и интересов субъектов экологического права.

Ответственность за экологические правонарушения служит одним из основных средств обеспечения выполнения требований законодательства по охране окружающей среды и использованию природных ресурсов. Эффективность действия данного средства во многом зависит, прежде всего, от государственных органов, уполномоченных применять меры юридической ответственности к нарушителям экологического законодательства. В соответствии с российским законодательством в области охраны окружающей среды должностные лица и граждане за экологические правонарушения несут дисциплинарную, административную, уголовную, гражданско-правовую материальную ответственность, а предприятия — административную и гражданско-правовую.

*Дисциплинарная ответственность* наступает за невыполнение планов и мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, за нарушение экологических нормативов и иных требований природоохранительного законодательства, вытекающих из трудовой функции или должностного положения. Дисциплинарную ответственность несут должностные лица и иные виновные работники предприятий и организаций в соответствии с положениями уставами, правилами внутреннего распорядка и другими нормативными актами (ст. 82 Закона «Об охране окружающей природной среды»). К нарушителям в соответствии с Кодексом законов о труде (с изменениями и дополнениями от 25 сентября 1992 г.) могут быть применены следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор, строгий выговор, увольнение с работы, другие наказания (ст. 135).

*Материальная ответственность* также регулируется Кодексом законов о труде РФ (ст. 118—126). Такую ответственность несут должностные лица и иные работники предприятия, по вине которых предприятие понесло расходы по возмещению вреда, причиненного экологическим правонарушением.

Применение *административной ответственности* регулируется как природоохранительным законодательством, так и Кодексом РСФСР об административных правонарушениях 1984 г. (с изменениями и дополнениями). Закон «Об охране окружающей природной среды» расширил перечень составов экологических правонарушений, при совершении которых виновные Должностные, физические и юридические лица несут административную ответственность. Такая ответственность наступает за превышение предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ в

окружающую среду, невыполнение обязанностей по проведению государственной экологической экспертизы и требований, содержащихся в заключении экологической экспертизы, предоставление заведомо неправильных и необоснованных заключений, несвоевременное предоставление информации и предоставление искаженной информации, отказ от предоставления своевременной, полной, достоверной информации о состоянии природной среды и радиационной обстановке и т.д

Конкретный размер штрафа определяется органом, налагающим штраф в зависимости от характера и вида правонарушения, степени вины правонарушителя и причиненного вреда, Административные штрафы налагаются уполномоченными на то государственными органами в области охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологического надзора РФ. При этом постановление о наложении штрафа может быть обжаловано в суд или арбитражный суд. Наложение штрафа не освобождает виновных от обязанности возмещения причиненного вреда (ст. 84 Закона «Об охране окружающей природной среды»).

В новом Уголовном кодексе РФ экологические преступления выделены в отдельную главу (гл. 26). В нем предусмотрена *уголовная ответственность* за нарушение правил экологической безопасности при производстве работ, нарушение правил хранения, утилизации экологически опасных веществ и отходов, нарушение правил безопасности при обращении с микробиологическими или другими биологическими агентами или токсинами, загрязнение вод, атмосферы и моря, нарушение законодательства о континентальном шельфе, порчу земли, незаконную добычу водных животных и растений, нарушение правил охраны рыбных запасов, незаконную охоту, незаконную порубку деревьев и кустарников, уничтожение или повреждение лесных массивов.

Применение мер дисциплинарной, административной или уголовной ответственности за экологические правонарушения не освобождает виновных лиц от обязанности возмещения вреда, причиненного экологическим правонарушением. Закон «Об охране окружающей природной среды» стоит на той позиции, что предприятия, организации и граждане, причиняющие вред окружающей среде, здоровью или имуществу граждан, народному хозяйству загрязнением окружающей среды, порчей, уничтожением, повреждением, нерациональным использованием природных ресурсов, разрушением естественных экологических систем и другими экологическими

правонарушениями, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии с действующим законодательством (ст. 86).

*Гражданско-правовая ответственность* в сфере взаимодействия общества и природы заключается главным образом в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный или моральный вред в результате нарушения правовых экологических требований.

Ответственность за экологические правонарушения выполняет ряд основных функций:

- стимулирующую к соблюдению норм права окружающей среды;
- компенсаторную, направленную на возмещение потерь в природной среде, возмещение вреда здоровью человека;
- превентивную, заключающуюся в наказании лица виновного в совершении экологического правонарушения.

Экологическое законодательство предусматривает *три уровня наказания*: за нарушение; нарушение, повлекшее значительный ущерб; нарушение, повлекшее смерть человека (тяжкие последствия). Смерть человека вследствие экологического преступления оценивается законом как неосторожность (совершенное по небрежности или легкомыслию). Видами наказаний при экологических нарушениях могут быть штраф, лишение права занимать определенные должности, лишение права заниматься определенной деятельностью, исправительные работы, ограничение свободы, лишение свободы.

Одним из самых тяжких экологических преступлений является *экоцид* — массовое уничтожение растительного мира (растительных сообществ земли России или отдельных ее регионов) или животного мира (совокупность живых организмов всех видов диких животных, населяющих территорию России или определенный ее регион), отравление атмосферы и водных ресурсов (поверхностные и подземные воды, которые используются или могут быть использованы), а также совершение иных действий, способных вызвать экологическую катастрофу. Общественная опасность экоцида состоит в угрозе или нанесении огромного вреда окружающей природной среде, сохранению генофонда народа, животного и растительного мира.

Экологическая катастрофа проявляется в серьезном нарушении экологического равновесия в природе, разрушении устойчивого видового состава живых организмов,

полном или существенном сокращении их численности, в нарушении циклов сезонных изменений биотического кругооборота веществ и биологических процессов. Мотивом экоцида может быть ложно понятые интересы военного или государственного характера, совершение действий с прямым или косвенным умыслом.

Успех в наведении экологического правопорядка достигается постепенным наращиванием общественного и государственного воздействия на злостных правонарушителей, оптимальным сочетанием воспитательных, экономических и правовых мер.

## УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

Сфера политики в наши дни смыкается со сферой охраны окружающей среды в единую дисциплину – политэкологию, которая занимается проблемами экологической безопасности. Международное сотрудничество в области охраны природы регулируется международным экологическим правом, в основе которого лежат общепризнанные принципы и нормы. Важнейший вклад в становление этих принципов внесли Стокгольмская конференция ООН по проблемам окружающей среды (1972 г.), Всемирная хартия природы, одобренная Генеральной Ассамблеей (1982 г.) и, особенно, Международная конференция в Рио-де-Жанейро (1992 г.) по окружающей среде и развитию.

На конференции в Рио встретились 114 глав государств, представители 1600 неправительственных организаций. Важнейшим вопросом этого форума стало дальнейшее развитие понимания связи международных экономических и экологических проблем в рамках концепции устойчивого развития.

Под понятием устойчивого развития понимается такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности. Иными словами человечество должно научиться "жить по средствам", использовать природные ресурсы, не подрывая их, вкладывать деньги, образно выражаясь в "страховку" - финансировать программы, направленные на предотвращение катастрофических последствий собственной деятельности.

Здесь стоит отметить, что широко вошедшее в обиход понятие "устойчивое развитие" - весьма неточный перевод англоязычного термина. Более точно sustainable development переводится как сбалансированное развитие. Такой

перевод нагляднее передаёт суть этого понятия, которая заключается в стремлении сохранить баланс между экономическим развитием и охраной окружающей среды. Однако, учитывая то, что в русскоязычной литературе уже укоренился термин "устойчивое развитие", будем продолжать пользоваться именно этим понятием.

В основе этой концепции лежит тот факт, что если три четверти населения Земли, ныне проживающие в слабо развитых странах, пойдут по тому же пути развития своих экономических систем, что и жители развитых стран, то планета совершенно очевидно не выдержит столь мощного потребления её ресурсов и загрязнения окружающей среды и грянет неминуемая экологическая катастрофа. Вместе с тем нельзя винить развивающиеся страны в стремлении повысить уровень жизни быстро растущего населения.

В мировой политике же сегодня отчетливо прослеживается тенденция экономически благополучной четверти населения Земли решить, хотя бы временно, острые экологические проблемы за счет затормаживания экономического роста беднейших трёх четвертей. Выражая мнение весьма влиятельных кругов, многие политики и ученые развитых стран вдруг заговорили о расточительном потреблении природных ресурсов населением Земли, но голодную диету они предлагают всем, кроме себя. В реальной действительности решить экологические проблемы без решения социально – экономических невозможно. На конференции в Рио-де-Жанейро было отмечено, что "экология без экономики – это всеобщая нищета", и что устойчивому развитию разумной альтернативы не существует.

Важнейшим документом, принятым на этой конференции была повестка дня на XXI век. Этот документ является программой того, как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точек зрения.

В повестке дня на XXI век разъясняется, что движущими силами перемен в окружающей среде являются население, потребление и технология. В ней излагается, что нужно сделать для сокращения расточительных и неэффективных структур потребления в некоторых частях мира при одновременном содействии ускоренному и устойчивому развитию в других его частях. В ней предлагаются меры в области политики и программы для достижения устойчивого равновесия между потреблением, и способностью Земли поддерживать жизнь. Также в этой программе описываются

некоторые методы и технологии, которые необходимо разработать для удовлетворения потребностей людей при рациональном использовании природных ресурсов.

Повестка дня на XXI век предусматривает варианты предотвращения ухудшения состояния почвы, воздуха и воды, сохранения лесов и разнообразия форм жизни. В ней рассматриваются вопросы бедности и чрезмерного потребления, здравоохранения и образования. Отводится своя роль каждому: правительствам, деловым людям, профсоюзам, учёным, коренным народам, мужчинам и женщинам, молодёжи и детям. Этот документ не направлен против предпринимательской деятельности, напротив, в нём утверждается, что устойчивое развитие – это способ борьбы с бедностью и разрушением окружающей среды.

В настоящее время успех экономического развития оценивается главным образом количеством денег, которое оно приносит. Однако, системы учёта национальных богатств должны также принимать в расчет полную стоимость ухудшения состояния окружающей среды. Тот, кто её загрязняет, в принципе, должен нести расходы по ликвидации загрязнения. Для уменьшения риска нанесения вреда оценка состояния окружающей среды должна производиться до начала осуществления проектов, которые могут иметь нежелательные последствия. Правительствам следует уменьшить или отменить субсидирование тех проектов, которые не соответствуют целям и задачам устойчивого развития.

Важной темой повестки дня на XXI век является необходимость ликвидации бедности путём предоставления бедным странам более широкого доступа к ресурсам, которые им необходимы для устойчивого развития. Приняв этот документ, промышленно развитые страны признали, что они должны играть более важную роль в сохранении и улучшении окружающей среды, чем бедные страны. Богатые страны обещали также увеличить финансовую помощь другим странам, для такого развития, которое имеет меньшие экологические последствия.

Повестка дня на XXI век призывает правительства принять национальные стратегии устойчивого развития. Их необходимо разрабатывать с широким участием общественности, включая неправительственные организации. Это соглашение возлагает основную ответственность за перемены на национальные правительства, но указывает, что они должны тесно сотрудничать с международными организациями, деловыми кругами, региональными, провинциальными и местными властями, а также с

неправительственными группами и объединениями граждан. Только партнёрство в глобальном масштабе может принести всем народам надежду на устойчивое развитие.

Однако на пути к устойчивому развитию стоят трудноразрешимые противоречия. Удовлетворение человеческих потребностей немислимо без эксплуатации природных ресурсов. Любое производство, по существу, основано на использовании природных ресурсов, составляющих часть общего природного потенциала ландшафтов.

Ресурсный потенциал ландшафта – это часть вещества и энергии, которая отторгается в социально-экономическую сферу. На современном уровне развития человечества природа рассматривается как источник самых разнообразных ресурсов: производственных (сырья и энергии для промышленности), сельскохозяйственных (естественного плодородия почв, теплообеспеченности и влагообеспеченности для производства продуктов растениеводства и животноводства), здравоохранительных и рекреационных (обеспечивающих лечение и отдых людей), эстетических и научных (служащих источником творческого вдохновения, используемых для изучения природных закономерностей, территориальных и экологических (условий существования людей в конкретном месте) и других. Можно сказать, что практически весь природный потенциал ландшафта в том или ином виде используется человеком сейчас, или будет использоваться в будущем. К оценке ресурсного потенциала ландшафта следует подходить с экономических, экологических и эколого-экономических позиций.

При экономическом подходе оценивается стоимость природных ресурсов. При этом учитываются, например, стоимость сырья на внутреннем и мировом рынке, затраты на добычу и транспортировку его к месту переработки, а также экономическая целесообразность выбора взаимоисключающих видов природопользования. В каждом конкретном случае приходится решать, что более целесообразно: вести добычу полезных ископаемых или сохранить ландшафт как источник других природных ресурсов, например лесных.

При экологическом подходе природный потенциал ландшафта оценивается как совокупность условий, необходимых для жизни и воспроизводства, населяющих данную территорию живых организмов, в том числе и человека. Отторжение природных ресурсов человеком вызывает изменение, как отдельных природных компонентов, так и ландшафта в целом – нарушается экологический режим территории, ухудшается состояние окружающей среды.

Эколого-экономическая оценка использования природных ресурсов включает в себя оценку затрат на рекультивацию естественного потенциала ландшафта после его нарушения, вызванного эксплуатацией природных ресурсов. Если эколого-экономический подход игнорировать, то, как показывает опыт, это может привести к тяжелым последствиям – затраты на рекультивацию земель могут оказаться впоследствии выше стоимости использованных ресурсов. Экономия на восстановлении нормальной среды обитания оборачивается трагическими эколого-социальными последствиями – снижением работоспособности, ухудшением здоровья, увеличением смертности людей. Потери на восстановление здоровья, социальные издержки, вызванные ухудшением состояния окружающей среды, могут быть столь значительными, что ущерб перекроет получаемый экономический эффект.

Одной из причин возникшего напряжения во взаимодействиях общества и природы является укоренившееся в сознании людей потребительское отношение к природе. Человек с момента появления на Земле привык непрерывно брать от природы её ресурсы. Не одно тысячелетие он вырубал леса, охотился на зверей, ловил рыбу, использовал созданное природой плодородие почв. До относительно недавнего времени природа могла сама восстанавливать нарушенное в экосистемах равновесие, и это породило у человека ложное представление о безграничности природных ресурсов, о возможности брать их у природы, ничего ей не возвращая.

Также экологические проблемы человечества имеют своими истоками различия в процессах, совершающихся в природных и социально-экономических системах. Для естественного ландшафта характерны процессы самоуправления, ведущие к устойчивости экосистемы (гомеостазу) – сохранению внутренних и внешних связей, обеспечивающих их устойчивость.

Гомеостаз природных систем поддерживается, с одной стороны, в результате постоянных контактов с внешней средой, из которой система черпает энергию и вещество для своего функционирования. Это первый блок управления, отвечающий за устойчивость системы в условиях разнообразных внешних воздействий. С другой стороны, гомеостаз системы поддерживается благодаря внутренним процессам функционирования, осуществляющимся в виде круговоротов вещества при примерно

постоянных энергетических затратах. Это второй блок управления, отвечающий за внутреннюю целостность экосистемы.

Оба блока управления – внешний и внутренний – контролируются экосистемами. Ведущая роль в гомеостазе природных систем принадлежит функциям живого вещества, без которого системы быстро деградируют – их структура упрощается.

Количество энергии, выделяемой природной системой в окружающую среду, незначительно. Такие системы, благодаря механизмам саморегулирования, постоянно стремятся перейти из состояния менее организованного в более организованное, из состояния менее устойчивого в более устойчивое. Энтропия – мера неупорядоченности – в них естественным образом убывает.

В техногенных системах – в городах, на промышленных предприятиях – энергообмен резко отличается от процессов протекающих в природе. Поток вещества и энергии через производственную систему практически не имеет обратной положительной связи. На входе – это всё возрастающее потребление ресурсов и энергии, ведущее к деградации природных систем. На выходе – огромное количество отходов, поступающих в окружающую среду, что является главной причиной её загрязнения.

Энтропия техногенных систем имеет тенденцию к неумолимому росту: возникают аварии, нарушаются связи управления, усиливается хаос. Для поддержания этих систем в рабочем состоянии требуются, как показывает исторический опыт, всё увеличивающиеся энергетические затраты. Рост производства, увеличение населения больших городов ведут к обострению экологической обстановки.

Коренное отличие природных систем от техногенных заключается в их способности к самоорганизации и саморазвитию. Энтропия в природных системах, как уже писалось, естественным образом уменьшается. В техногенных же системах устойчивость может сохраняться лишь при условии постоянных материальных и энергетических затрат со стороны общества; предоставленные сами себе они начинают разрушаться, энтропия увеличивается.

Проблема устойчивого развития во многом связана с разного рода запрещениями и ограничениями. Человечество вступило в эпоху трудных решений. Установка на активное силовое преобразование природы уже начинает признаваться ошибочной. Вместе с тем человек не может существовать на Земле, не нарушая её природы. Важным критерием рационального природопользования

является сохранения принципа географической и экологической эквивалентности. Для пояснения существа этого принципа можно привести следующий пример.

Вырубка леса сопровождается отчуждением из лесной экосистемы углерода, азота, фосфора, калия, воды, при одновременном изменении баланса углекислого газа и кислорода в атмосфере. Происходит увеличение скорости разрушения земной поверхности и сопряжённой с ней интенсивности выноса из ландшафта веществ. Коренным образом перестраиваются фауна и микробиологические процессы. При соблюдении принципа географической и экологической эквивалентности новая экосистема на месте вырубленного леса – луг или пашня – должна быть эквивалентна исходной по массе продуцируемого органического вещества и энергии.

Следует признать, что создаваемые человеком динамические равновесия в природно-хозяйственных системах, вероятнее всего никогда не будут полностью эквивалентны средообразующим функциям природы. Тем не менее, эти управляемые равновесия можно лишь тогда назвать нормальными, когда они будут адекватны скорости приспособления человека к изменяющейся окружающей среде. При несоответствии темпов изменения среды и приспособления человека к этим изменениям человечество обречено на вымирание.

В рамках концепции устойчивого развития возможны три пути обеспечения экологической безопасности на Земле.

Во-первых – это сохранение расширенного производства естественных экосистем, прежде всего растительных сообществ, средообразующая функция которых является гарантией нормальных динамических равновесий в среде обитания человека.

Во-вторых – это управление природно-хозяйственными системами, средообразующая функция которых эквивалентна функциям естественных экосистем, место которых они заняли.

В-третьих – это внедрение экологически чистых технологий, устраняющих последствия хозяйственной деятельности, неблагоприятные для жизни человека.

На конференции в Рио-де-Жанейро так и не было достигнуто решение многих ключевых вопросов. Для того, чтобы предотвратить экологическую катастрофу, неизбежную если не стремиться к реализации концепции устойчивого развития, необходимо эффективное международное сотрудничество всех без исключения стран и народов мира.

Поэтому в рамках ООН нужна более действенная координация в масштабе планеты, отдельных стран и регионов по решению таких насущных проблем, как предотвращение войн, откуда бы агрессия ни исходила, борьба с опустошением, голодом, эпидемиями, детской смертностью и другие.

Необходимо разрабатывать и внедрять научно обоснованные международные нормативы, новые экологически чистые технологии, программы с целью глубокого аргументированного предупреждения о приближении к порогу необратимых изменений. Должна быть создана общемировая экологическая система, с развёрнутой сетью наземных станций для сбора аварийной информации, измерения и оценки сейсмического состояния Земли, химических параметров атмосферы, воды и почв, и космическая служба, для орбитального патрулирования планеты, экологического контроля и экспертизы.

С экологическими проблемами не справиться без более эффективной международной обучающей системы, предметом изучения которой являлся бы мир, в котором мы живём. Мир, как отдельного человека, семьи, коллектива, в котором мы работаем, так и мир всей планеты (земля, воздух, вода, биосфера с её неисчерпаемым разнообразием компонентов). Система исследований и обучения должна осуществлять функции образования, воспитания, подготовки и переподготовки экологических кадров всех возможных уровней.

Надвигающаяся экологическая катастрофа должна быть предотвращена – и это общая задача народов планеты Земля. Общими всеевропейскими и всемировыми усилиями мы должны реанимировать города и селения, попавшие в чёрный экологический список. Как альтернатива службе в вооружённых войсках, должна возникнуть экологическая трудовая армия. Только новое экологическое осознание природы может спасти человечество от вымирания, реставрировать синее небо, зелёные луга и леса, вернуть забытую свежесть нашим городам.

Современный период развития человечества иногда характеризуют через три «Э»: энергетика, экономика, экология. Энергетика в этом ряду занимает особое место. Она является определяющей и для экономики, и для экологии. От нее в решающей мере зависит экономический потенциал государств и благосостояние людей. Она же оказывает наиболее сильное воздействие на окружающую среду, экосистемы и биосферу в целом. Самые острые экологические проблемы (изменение климата, кислотные осадки,

всеобщее загрязнение среды и другие) прямо или косвенно связаны с производством, либо с использованием энергии. Энергетике принадлежит первенство не только в химическом, но и в других видах загрязнения: тепловом, аэрозольном, электромагнитном, радиоактивном. Поэтому не будет преувеличением сказать, что от решения энергетических проблем зависит возможность решения основных экологических проблем. Энергетика - это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет. При таком соотношении темпов роста населения и энергетики, энерговооруженность лавинообразно увеличивается не только в суммарном выражении, но и в расчете на душу населения.

Нет основания ожидать, что темпы производства и потребления энергии в ближайшей перспективе существенно изменятся (некоторое замедление их в промышленно развитых странах компенсируется ростом энерговооруженности стран третьего мира), поэтому важно получить ответы на следующие вопросы:

- какое влияние на биосферу и отдельные ее элементы оказывают основные виды современной (тепловой, водной, атомной) энергетики и как будет изменяться соотношение этих видов в энергетическом балансе в ближайшей и отдаленной перспективе;

- можно ли уменьшить отрицательное воздействие на среду современных (традиционных) методов получения и использования энергии;

- каковы возможности производства энергии за счет альтернативных (нетрадиционных) ресурсов, таких как энергия солнца, ветра, термальных вод и других источников, которые относятся к неисчерпаемым и экологически чистым.

В настоящее время энергетические потребности обеспечиваются в основном за счет трех видов энергоресурсов: органического топлива, воды и атомного ядра. Энергия воды и атомная энергия используются человеком после превращения ее в электрическую энергию. В то же время значительное количество энергии, заключенной в органическом топливе, используется в виде тепловой и только часть ее превращается в электрическую. Однако и в том и в другом случае высвобождение энергии из органического топлива связано с его сжиганием, а, следовательно, и с поступлением продуктов горения в

окружающую

среду.

Познакомимся с основными экологическими последствиями современных способов получения и использования энергии.

### 1.1. Экологические проблемы тепловой энергетики

За счет сжигания топлива (включая дрова и другие биоресурсы) в настоящее время производится около 90% энергии. Доля тепловых источников уменьшается до 80-85% в производстве электроэнергии. При этом в промышленно развитых странах нефть и нефтепродукты используются в основном для обеспечения нужд транспорта. Например, в США (данные на 1995 г.) нефть в общем энергобалансе страны составляла 44%, а в получении электроэнергии - только 3%. Для угля характерна противоположная закономерность: при 22% в общем энергобалансе он является основным в получении электроэнергии (52%). В Китае доля угля в получении электроэнергии близка к 75%, в то же время в России преобладающим источником получения электроэнергии является природный газ (около 40%), а на долю угля приходится только 18% получаемой энергии, доля нефти не превышает 10%.

В мировом масштабе гидроресурсы обеспечивают получение около 5-6% электроэнергии (в России 20,5%), атомная энергетика дает 17-18% электроэнергии. В России ее доля близка к 12%, а в ряде стран она является преобладающей в энергетическом балансе (Франция - 74%, Бельгия - 61%, Швеция - 45%).

Сжигание топлива - не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ. Тепловые электростанции в наибольшей степени «ответственны» за усиливающийся парниковый эффект и выпадение кислотных осадков. Они, вместе с транспортом, поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде CO), около 50% двуокиси серы, 35% - окислов азота и около 35% пыли. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2-4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

В выбросах ТЭС содержится значительное количество металлов и их соединений. При пересчете на смертельные дозы в годовых выбросах ТЭС мощностью 1 млн. кВт содержится алюминия и его соединений свыше 100 млн. доз, железа-400 млн. доз, магния -1,5 млн. доз. Летальный эффект этих загрязнителей не проявляется только потому, что они попадают в организмы в незначительных количествах. Это, однако, не исключает их

отрицательного влияния через воду, почвы и другие звенья экосистем. Можно считать, что тепловая энергетика оказывает отрицательное влияние практически на все элементы среды, а также на человека, другие организмы и их сообщества. Вместе с тем влияние энергетике на среду и ее обитателей в большей мере зависит от вида используемых энергоносителей (топлива). Наиболее чистым топливом является природный газ, далее следует нефть (мазут), каменные угли, бурые угли, сланцы, торф.

Хотя в настоящее время значительная доля электроэнергии производится за счет относительно чистых видов топлива (газ, нефть), однако закономерной является тенденция уменьшения их доли. По имеющимся прогнозам, эти энергоносители потеряют свое ведущее значение уже в первой четверти XXI столетия. Здесь уместно вспомнить высказывание Д. И. Менделеева о недопустимости использования нефти как топлива: «нефть не топливо - топить можно и ассигнациями». Не исключена вероятность существенного увеличения в мировом энергобалансе использования угля. По имеющимся расчетам, запасы углей таковы, что они могут обеспечивать мировые потребности в энергии в течение 200-300 лет. Возможная добыча углей, с учетом разведанных и прогнозных запасов, оценивается более чем в 7 триллионов тонн. При этом более 1/3 мировых запасов углей находится на территории России. Поэтому закономерно ожидать увеличения доли углей или продуктов их переработки (например, газа) в получении энергии, а следовательно, и в загрязнении среды. Угли содержат от 0,2 до десятков процентов серы в основном в виде пирита, сульфата закисного железа и гипса. Имеющиеся способы улавливания серы при сжигании топлива далеко не всегда используются из-за сложности и дороговизны. Поэтому значительное количество ее поступает и, по-видимому, будет поступать в ближайшей перспективе в окружающую среду. Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС - золой и шлаками.

Хотя зола в основной массе улавливается различными фильтрами, все же в атмосферу в виде выбросов ТЭС ежегодно поступает около 250 млн. т. мелкодисперсных аэрозолей. Последние способны заметно изменять баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации для паров воды и формирования осадков, а, попадая в органы дыхания человека и других организмов, вызывают различные респираторные заболевания.

Выбросы ТЭС являются существенным источником такого сильного канцерогенного вещества, как бензо(а)пирен. С его действием связано увеличение онкологических заболеваний. В выбросах угольных ТЭС содержатся также окислы кремния и алюминия. Эти абразивные материалы способны разрушать легочную ткань и вызывать такое заболевание, как силикоз, которым раньше болели шахтеры. Сейчас случаи заболевания силикозом регистрируются у детей, проживающих вблизи угольных ТЭС.

Серьезную проблему вблизи ТЭС представляет складирование золы и шлаков. Для этого требуются значительные территории, которые долгое время не используются, а также являются очагами накопления тяжелых металлов и повышенной радиоактивности.

Имеются данные, что если бы вся сегодняшняя энергетика базировалась на угле, то выбросы CO<sub>2</sub> составляли бы 20 млрд. тонн в год (сейчас они близки к 6 млрд. т/год). Это тот предел, за которым прогнозируются такие изменения климата, которые обусловят катастрофические последствия для биосферы.

ТЭС - существенный источник подогретых вод, которые используются здесь как охлаждающий агент. Эти воды нередко попадают в реки и другие водоемы, обуславливая их тепловое загрязнение и сопутствующие ему цепные природные реакции (размножение водорослей, потерю кислорода, гибель гидробионтов, превращение типично водных экосистем в болотные и т. п.).

#### Экологические проблемы гидроэнергетики

Одно из важнейших воздействий гидроэнергетики связано с отчуждением значительных площадей плодородных (пойменных) земель под водохранилища. В России, где за счет использования гидроресурсов производится не более 20% электрической энергии, при строительстве ГЭС затоплено не менее 6 млн. га земель. На их месте уничтожены естественные экосистемы. Основные воздействия ГЭС на среду, различные звенья экосистем и человека приведены в таблице 2.

Значительные площади земель вблизи водохранилищ испытывают подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, как правило, переходят в категорию заболоченных. В равнинных условиях подтопленные земли могут составлять 10% и более от затопленных. Уничтожение земель и свойственных им экосистем происходит также в результате их разрушения водой (абразии) при формировании

береговой линии. Абразионные процессы обычно продолжаются десятилетиями, имеют следствием переработку больших масс почвогрунтов, загрязнение вод, заиление водохранилищ.

Ухудшение качества воды в водохранилищах происходит по различным причинам. В них резко увеличивается количество органических веществ как за счет ушедших под воду экосистем (древесина, другие растительные остатки, гумус почв и т. п.), так и вследствие их накопления в результате замедленного водообмена. Это своего рода отстойники и аккумуляторы веществ, поступающих с водосборов. В водохранилищах резко усиливается прогревание вод, что интенсифицирует потерю ими кислорода и другие процессы, обуславливаемые тепловым загрязнением. Последнее, совместно с накоплением биогенных веществ, создает условия для зарастания водоемов и интенсивного развития водорослей, в том числе и ядовитых сине-зеленых (цианей). По этим причинам, а также вследствие медленной обновляемости вод резко снижается их способность к самоочищению. Ухудшение качества воды ведет к гибели многих ее обитателей.