

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н. И. Вавилова»**

## **ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ**

**краткий курс лекций**

**для аспирантов 2 года обучения**

**Направления подготовки  
05.06.01 Науки о земле**

**Профиль подготовки  
Экология**

**Квалификация (степень) выпускника  
Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Саратов 2014**

УДК 574  
ББК 28.080  
Е15

Рецензенты:

Заведующая кафедрой «Общей биологии, ботаники и фармакогнозии», кандидат биологических наук, доцент ГОУ ВПО «СГМУ им. Разумовского»

*Н.А. Дурнова*

Заведующий кафедрой «Механизация лесного хозяйства и лесомелиорация», доктор сельскохозяйственных наук, доцент ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ»

*Д. А. Маштаков*

**Прикладная экология:** краткий курс лекций для аспирантов 2 года обучения по направлению подготовки «05.06.01 Науки о земле» профиль подготовки «Экология» квалификация (степень) выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь» / Сост.: Н.А. Евдокимов // ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 107 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Прикладная экология» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для аспирантов 2 года обучения по направлению подготовки «05.06.01 Науки о земле» профиль подготовки «Экология» квалификация (степень) выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам прикладной экологии. Направлен на формирование у аспирантов знаний о мерах, направленных на охрану живой природы как на видовом, так и экосистемном уровне; разработки принципов создания искусственных экосистем (агроэкосистемы, объекты аквакультуры и т.п.) и управления их функционированием.

УДК 574  
ББК 28.080

© Евдокимов Н.А., 2015  
© ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2015

## Введение

Прикладная экология представляет собой одно из новых направлений развития естественных наук, изучающих современные представления о сущности, объеме, составляющих звеньях и структуре экологии человека, об общей цели и задачах, а также о едином методе (методах) исследований, что позволяет полнее рассмотреть прикладные аспекты этой науки.

Краткий курс лекций по дисциплине «Прикладная экология» предназначен для аспирантов 2 года обучения по направлению подготовки «05.06.01 Науки о земле» профиль подготовки «Экология» квалификация (степень) выпускника «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Цель данного курса обеспечить основополагающей информацией аспирантов для грамотной организации и проведения исследований в области влияния антропогенных факторов на экосистемы различных уровней для разработки экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу. Курс нацелен на формирование ключевых компетенций, необходимых для эффективного решения задач в профессиональной деятельности на основе глубокого понимания законов функционирования биологических систем различного системного уровня.

## СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

### 1.1. Объект прикладной экологии

В самом широком смысле в качестве объекта прикладной экологии выступает совокупность всех частных объектов экологических изысканий, взаимосвязанных в рамках геоэкологического пространства – места обитания и жизнедеятельности человека на Земле, которое он эксплуатирует, преобразует и намерен использовать в будущем. В данном определении присутствуют следующие элементы: 1) материальные тела, под которыми подразумеваются частные объекты экологических изысканий; 2) указание на их взаимосвязь; 3) территориальная привязка в рамках геоэкологического пространства, предполагающая его определение.

Экологические изыскания в первую очередь сводятся к познанию субъектов (СВ) и объектов (ОАВ) антропогенных воздействий. К ним относятся различные антропогенные, естественно-антропогенные и естественные системы, т.е. тела, имеющие некоторый объем и занимающие фиксированную область геоэкологического пространства, которые можно обособить в геоэкологическом пространстве, задав их границы, выделив центр типичности (для объектов воздействия) или источник воздействия (для субъектов воздействия), и охарактеризовать некоторыми признаками в системе признаков.

Но человек (понимая под ним и организм, и отдельного индивида, и общество в целом) сам по себе всегда выступает в разных ипостасях: а) как объект воздействия окружающей природной и антропогенной среды, вынужденный реагировать на них различными путями (адаптационным, миграционным, изменением характера производственной деятельности и др.); б) как субъект, воздействующий на СВ (проектируя, создавая и эксплуатируя их) и на окружающую природную среду, изменяя ее даже без особых технических приспособлений, хотя бы в силу роста своей численности и нарастания эффекта своего присутствия в различных, ранее безлюдных районах Земли. Таким образом, можно говорить о следующих сторонах, участвующих в экологических отношениях, а, следовательно, объектах исследования геоэкологии: человеку (понимая под ним население отдельного района и общество в целом), множестве субъектов антропогенного воздействия, а также множестве объектов антропогенного воздействия и одновременно с этим субъектов воздействия на человека.

Следовательно, в качестве объекта исследования прикладной экологии выступает совокупность всех субъектов и объектов антропогенного воздействия, а также населения, взаимосвязанных в рамках геоэкологического пространства, и их экологические отношения.

Для прикладной экологии особый интерес представляют именно характеристики экологических отношений: в частности, воздействия могут быть охарактеризованы такими признаками, как сила, продолжительность, интенсивность, характер, механизм, а также рядом пространственных признаков – направление (векторная величина), область распространения (с пространственными границами) и др.

Любое воздействие может и должно быть охарактеризовано определенными присущими ему параметрами: массой, объемом, силой, интенсивностью, продолжительностью, дальностью, направленностью (в определенную сторону

света) и нацеленностью (на определенный геокомпонент, часть или технологическое звено САВ, часть населения), степенью канализованности (сосредоточенности или рассеяния), областью распространения и др. Определенными параметрами характеризуются также ответные реакции объекта воздействия, например, показатели биопродуктивности, плодородия почв, уровня грунтовых вод, понижения эффективности производства, повышения себестоимости продукции, роста заболеваемости населения, смертности и многое другое. Данные показатели имеют свое стоимостное выражение или непосредственно в виде нанесенного ущерба, или в виде упущенной выгоды. Поэтому для характеристики, например, того или иного антропогенного воздействия часто используют не его непосредственные параметры, а показатели реакции природных систем или населения на данное воздействие. Показатели же состояния населения, особенно его здоровья и продолжительности жизни, считаются комплексными для общей оценки экологического состояния среды.

Методологически очень важно расчленить все многообразие отношений между субъектами и объектами антропогенного воздействия на экологические и неэкологические, ибо последние могут изучаться другими науками (экономика, технология, история и т.д.), а в рамках экологических исследований рассматриваться как дополнительно информативные. Экологическая значимость свойственна любым отношениям между двумя объектами, если существует не только воздействие одного объекта на другой объект, но еще и реакция данного объекта на это воздействие, приводящая к изменению его экологически значимых свойств.

В результате экологических отношений различной продолжительности между субъектами и объектами антропогенного воздействия к их первичным экологическим свойствам с течением времени прибавляются определенные вторичные свойства, отражающие результат экологических отношений данных материальных объектов. Данное положение в отношении природных систем также является следствием закона внутреннего динамического равновесия, указывающего, что при значительных изменениях среды (антропогенных или природных) развиваются не только природные цепные реакции, стремящиеся нейтрализовать произведенные изменения, но и формируются новые природные системы, образование которых может принять необратимый характер.

Таким образом, под воздействием любых субъектов на окружающую среду следует понимать такой процесс обмена веществом, энергией и информацией с природными компонентами (а следовательно, и населением), в результате которого качественные и количественные изменения (замещения, нарушения или загрязнения) превышают предельно допустимые нормативы и приводят к трансформации их экологических свойств. В результате же влияния субъектов происходят лишь количественные изменения, не превышающие допустимых норм и не приводящие к трансформации экологических свойств объекта (по отношению к населению влиянием следует считать те воздействия САВ и ОАВ, которые не сказываются неблагоприятно или благоприятно на состоянии его здоровья и продолжительности жизни, но ощущаются им, а воздействие же приводит к последствиям (неблагоприятным или благоприятным) для состояния его здоровья и продолжительности жизни).

Кратко можно сказать, что прикладная экология изучает экологические отношения совокупности многочисленных субъектов и объектов антропогенного воздействия. Для понимания сущности объекта изучения требуется раскрыть такие экологические понятия, как субъекты и объекты антропогенного воздействия, экологические отношения и геоэкологическое пространство.

Субъекты антропогенного воздействия – это многочисленные рукотворные образования, созданные и функционирующие в результате жизнедеятельности человека, оказывающие воздействие на окружающую человека среду и приводящие к изменению ее экологических свойств. На местном уровне они представлены множеством предприятий, сооружений, комбинатов, заводов, фабрик, карьеров, шахт, рудников, нефте- и газопромыслов, населенных пунктов, транспортных артерий, сельскохозяйственных, лесных, охотничьих, рыболовных угодий, а на планетарном уровне они образуют особую целостную оболочку, вышедшую за пределы биосферы и развивающуюся относительно нее автономно. Подобное концентрическое образование, возникшее в биосфере и в значительной мере, вышедшее за ее пределы, а также развивающееся автономно от нее (по своим законам) как результат материализации удачных или вредоносных идей человека, можно сравнить с техносферой («частью биосферы, коренным образом преобразованной человеком в технические и техногенные объекты (здания, дороги, механизмы и т.п.), т.е. в артеприродную среду», по Н.Ф. Реймерсу, 1990) или антропогенной сферой.

Общий объект антропогенного воздействия – не только природная (естественная) ОС и измененная человеком (со всем, что им привнесено в нее – техногенными примесями в атмосферном воздухе и водах, рельефоидами, производными растительными сообществами и т.п.), но и искусственная ОС (учитывая воздействие САВ друг на друга), т.е. все то, что составляет целостное окружение человека и воздействует на его здоровье, условия жизни и хозяйственной деятельности. На планетарном уровне объекты антропогенного воздействия представлены географической оболочкой, а на локальном – многочисленными и разнообразными (естественными и естественно-антропогенными) ландшафтами.

Соотношение естественных, естественно-антропогенных и антропогенных ландшафтов в пределах всей Земли и России, в частности, постоянно изменяется в сторону возрастания доли вторых и третьих.

Основная сложность здесь заключается в том, что многие экологические объекты, особенно естественно-антропогенного происхождения (т.е. сельскохозяйственные, лесные, охотничьи, рыболовные и прочие угодья), достаточно быстро и легко меняют свои функциональные роли: заброшенное буквально на один сезон угодье переходит, хотя и постепенно, из разряда субъектов в разряд объектов воздействия, равно как и заброшенные дороги, нефункционирующие предприятия и т. п.

Геоэкологическое пространство представляет собой место обитания и жизнедеятельности человека на Земле, которое он эксплуатирует, преобразует и намерен использовать в будущем. Но геоэкологическое пространство – это не только место обитания и жизнедеятельности человека на Земле, но и область, в которой осуществляется тесное экологическое взаимодействие субъектов и объектов антропогенного воздействия. Экологические отношения реализуются в геоэкологическом пространстве таким образом, что, по крайней мере, один из двух участников каждого экологического отношения (обычно ОАВ) расположен на ЗП, выступающей в качестве всеобщей системы отсчета для всех возможных пространственных экологических отношений.

## **1.2. Современные отрасли и дисциплины прикладного экологического профиля**

В наше время экология как широчайшая синтетическая наука, оперирующая современными методами исследования, экспериментальная и ориентированная на

практику, развивающаяся в контакте с естественными, техническими и общественными (экономические и социальные) дисциплинами, непосредственно связана с решением важнейших проблем, стоящих перед человечеством, призвана и претендует на объединение многих как удаленных, так и смежных отраслей. К их числу относятся охрана природы, конструктивная, медицинская, мелиоративная, инженерная и экологическая география, геоглобалистика (глобальная география), экогигиена, геотехния, хозяйственная, химическая и физическая экология, инженерная (физическая) геология, эрозиоведение, оценка земель, радиоэкология, геостатистика и многие другие. Некоторые из них существуют достаточно давно, имеют самостоятельную эмпирическую базу, методический аппарат и область практического применения (инженерная геология, медицинская география, оценка земель и др.), а само появление их связано с требованиями и запросами практики. Значительный по объему эмпирический материал поставляется экологическими изысканиями, направленными на изучение неблагоприятных воздействий на окружающую среду и человека различных видов производства (металлургия, горнодобывающая промышленность и др.) и загрязнений (пестициды, нефтепродукты и др.).

Наиболее широкой отраслью в экологической науке и практике, включающей изучение многих проблем взаимодействия человека с окружающей средой, является охрана природы, фигурирующая в литературе также под названиями натурсоциология, природопользование, созология, геотехния. Несмотря на достаточно большое количество работ по общим вопросам охраны природы, единая природоохранная теория до сих пор отсутствует, а в научные основы охраны природы включаются различные «учения» о взаимосвязи и взаимообусловленности элементов природы, социально-природном обмене веществом и энергией, антропогенных и естественных факторах отрицательных изменений в природе и о природных ресурсах (В.П. Лаптев, 1975). Данные учения содержат обобщенные сведения из смежных областей знания (гидрология, инженерная геология, метеорология, почвоведение и др.).

В прикладном отношении охрана природы рассматривается как отрасль практики с пропагандистскими, законодательными, организационными и техническими мерами, направленными на охрану отдельных геокомпонентов – недр, вод, атмосферы, почв, животного и растительного мира. По определению А.М. Алпатьева (1978), охрана природы – это прежде всего система мероприятий, обеспечивающая поддержание нормальных динамических равновесий в среде обитания человека, животных и растений, гарантирующая рациональное использование природных ресурсов и расширенное воспроизводство возобновляемых ресурсов – растительного и животного мира, пресной воды, воздуха, почв и др. Содержание природоохранной теории составляют также много численные публикации по охране (экологии) отдельных геокомпонентов ландшафта или геосфер – поверхностных вод, почв, рельефа, животного и растительного мира, различных географических зон, регионов, административных и хозяйственных областей – пустынь, тундры, тайги, степей, областей развития многолетней мерзлоты, шельфа и абиссальных глубин, нефтегазоносных территорий и многое другое.

Перечисленные проблемы далеко выходят за рамки охраны природы и имеют отношение к ее эксплуатации и охране человека от негативных воздействий на него со стороны окружающей среды. На данное обстоятельство указывает и А. Г. Исаченко (1973), отмечая, что охрана природы в широком смысле этого слова – это не только собственно ее охрана, но и рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, а также мелиорация (улучшение) природной среды.

В специальную проблематику группируются многие вопросы, связанные с разнообразными антропогенными воздействиями на окружающую среду. Наряду с общими работами, посвященными классификации воздействий, существует много публикаций по экологии отдельных видов производств (или отраслей хозяйства), воздействию различных загрязнений (ядохимикаты, тяжелые металлы, нитраты, радионуклиды и др.), а также исследований, изучающих техногенные потоки вещества и энергии в ландшафтной оболочке, проблемы загрязнения ландшафтов и образования природно-хозяйственных территориальных комплексов в результате интенсивного антропогенного воздействия. Чаще всего анализируется воздействие (и его последствия) на отдельные геокомпоненты: литосферу и рельеф, атмосферу, воды суши, Мировой океан, биосферу (в узком ее понимании как совокупности живых организмов) и лишь редкие работы посвящены рассмотрению антропогенных воздействий на весь ландшафтный комплекс.

На решение многочисленных вопросов, связанных с экологией производства, претендует инженерная экология (или хозяйственная экология), изучающая взаимодействие промышленного производства с окружающей средой. Объектом ее исследований считаются природно-промышленные системы, а предметом – взаимосвязи между технологическими и природными процессами. Это наука техническая, ибо ее главная задача заключается в разработке и практическом осуществлении технических мероприятий, обеспечивающих рациональное использование и охрану природных ресурсов с учетом интересов настоящих и будущих поколений. Вопросы качественного и количественного состава химических загрязнений и их превращений в окружающей среде находятся в компетенции экологической химии. Биологические же аспекты химического взаимодействия между человеком, средой обитания и отдельными экологическими подсистемами находятся в ведении химической экологии как «науки о химических взаимодействиях между живой и неживой природой». При этом экологическая химия рассматривает химические аспекты влияния антропогенных воздействий как на биотические, так и на абиотические компоненты природной среды.

В решении проблем воздействия природы на человека важное место занимает медицинская география, возникшая еще в XVIII в. Она изучает влияние на здоровье человека не только естественных факторов – климата, вод, растительности, животных-разносчиков заболеваний сыпного тифа, малярии, туляремии, энцефалита, сонной болезни, чумы, гельминтоза, но и обусловленных хозяйственной деятельностью человека особенностей санитарно-гигиенических условий окружающей его среды.

В последнее время медицинская география дифференцировалась на ряд научных направлений. Экогигиена, или геогигиена, зародившаяся в 1966 г., претендует на исследование медицинских аспектов глобальных последствий деятельности человека – прямых воздействий на его здоровье и опосредованных изменениями в экосистемах – и ориентируется на профилактику болезней и преждевременного изнашивания организма путем оздоровления окружающей среды и организации здорового образа жизни людей (М.П.Захарченко и др., 1993). Экологическая же медицина (возникла в 1986 г.) рассматривает все аспекты воздействия окружающей среды на здоровье человека, фокусируя внимание на факторах, непосредственно ведущих к «средовым заболеваниям», а также оперирует базовыми моделями, сконцентрированными на человеке (населении) (А.А. Келлер, 1994).

Некоторые авторы полностью сводят экологию человека только к медико-географическим или эколого-медицинским аспектам. В таком узком понимании

экология человека (антропоэкология, демозкология), по их мнению, призвана изучать закономерности взаимодействия людей (человеческих общностей) с окружающей средой (с окружающими их природными, социальными, производственными, эколого-гигиеническими факторами), вопросы развития народонаселения, сохранения и улучшения здоровья людей, совершенствования физических и психических возможностей человека (оптимизации жизненной среды человека и процессов, протекающих в человеческих общностях) (В.П. Казначеев, 1986; Б.Б. Прохоров, 1999). При этом ключевое понятие такой экологии человека – здоровье – рассматривается не только на уровне индивида, но и популяции, включая в себя такие параметры, как уровень рождаемости здорового потомства, генетическое разнообразие, приспособленность населения к природным условиям, готовность к выполнению многообразных социальных ролей, возрастная структура и др. Как отмечает А.А. Келлер (1994), медико-географический анализ может сыграть роль лакмусовой бумажки общегеографической и общеэкологической характеристики территории. К экологическим исследованиям относится изучение природных ресурсов – ресурсоведение. В.С. Жекулин (1987) относил ресурсоведение к одному из двух важнейших направлений комплексной географии. Оно затрагивает взаимоотношения природы и хозяйства, является «ориентированным на хозяйство» направлением в исследованиях взаимоотношений общества и природы и в большой степени связано с экономической оценкой ресурсов, с анализом отдельных технологических вопросов их использования. Поэтому наибольшее развитие получили специальная отрасль экономической географии – география природных ресурсов и исследования по комплексной оценке природно-ресурсного потенциала территорий, а также по оценке его отдельных составляющих (минеральные, водные, агроклиматические и др.) и их совокупностей для различных нужд (энергетика, рекреация, сельское хозяйство и др.). С точки зрения проблем взаимодействия человека с ОС следует четко различать минеральные (ископаемые) ресурсы (палеоресурсы), прямо не связанные с современными естественными ландшафтами, и те природные ресурсы, которые содержатся в современных естественных и естественно-антропогенных ландшафтах и имеют непосредственное отношение к сельскому и лесному хозяйству, промышленности строительных материалов, энергетике (торф и др.), медицине и рекреационной деятельности (климатотерапевтические ресурсы и др.).

Значительный опыт оценки почв и земель складывается из различных работ как практической сельскохозяйственной направленности, нацеленных на точную и конкретную оценку отдельных показателей, так и ландшафтоведческой направленности, дающих более расплывчатую, но комплексную оценку ландшафтов, что очень важно с точки зрения перехода от узкой оценки к попыткам определения всей суммы факторов, определяющих биологическую продуктивность земель и геокомплексов. Оценка почв и земель имеет непосредственное отношение к учету земель – государственному мероприятию по накоплению, систематизации, анализу всесторонних сведений о количестве, размещении и хозяйственном использовании земельных ресурсов. Данные учета – часть Государственного земельного кадастра, обеспечивающего первоначальное изучение земель в природном и хозяйственном отношении.

Комплексная оценка земель применяется не только для характеристики современного их состояния и использования, но и для обоснования их структуры в будущем, что позволяет различать кадастровую и перспективную оценки, которые регламентируются соответствующими типовыми методиками. Наиболее

распространены экономические аспекты названных оценок: кадастровая экономическая оценка охватывает в первую очередь сельскохозяйственные угодья, а перспективная, кроме того, распространяется и на те земли, которые считаются потенциальным резервом для вовлечения в сельскохозяйственный (или иной) оборот. Оценка земель и определение перспектив их использования осуществляются также в процессе эколого-экономического зондирования, например, рекреационных и природоохранных территорий. Важное значение имеют работы геоботаников и почвоведов, направленные на выделение и оценку земель через определение их местоположений. Именно такие методы использует в своей работе по оценке земель Земельная служба США. Сущность экологической оценки территории, основывающейся на анализе и комплексной увязке климата, рельефа, почв, растительного покрова и культурных режимов, значительно шире оценки почв или продуктивности агроландшафтов и выходит далеко за рамки нужд сельского хозяйства, затрагивая всю проблематику взаимоотношений человека с окружающей средой. По мнению Л.Г. Раменского (1938), вопросами экологической оценки территории должна заниматься экология земель, или экотопология – учение о внешней обусловленности различных местообитаний и жизненных сред.

В рамках инженерной геологии, начавшей оформляться как самостоятельная область науки о Земле в 1929 г., и таких ее отраслей, как инженерная петрология, инженерная геодинамика, инженерная сейсмология, инженерное мерзлотоведение, специальная и мелиоративная инженерная геология, инженерная геология месторождений полезных ископаемых, также затрагиваются экологические проблемы, когда речь идет о катастрофических геологических процессах и их последствиях, о риске строительства и эксплуатации населенных пунктов, предприятий и транспортных артерий (угроза оползней, обвалов, землетрясений, извержения вулканов со стороны неотектонически активных разломов с интенсивными эманациями и др.), шахт, месторождений нефти и газа (взрывы метана, выбросы нефти и газа при аномально высоких пластовых давлениях и др.).

В традиционном понимании инженерная геология представляет собой науку о геологических условиях строительства сооружений, рациональном использовании геологической среды и ее охране в связи с развитием геологических процессов и явлений. Очень важен намечающийся в последнее время переход внутри данного направления от вполне конкретных понятий о зонах влияния сооружений, инженерных работ и технологических процессов к более широким геолого-экологическим представлениям о геологической среде (территория или верхняя часть литосферы с ее рельефом, геологическими образованиями, почвами, подземными водами, процессами и явлениями) или о геоэкологических условиях обитания и деятельности человека, которые относятся к общеэкологическим представлениям об окружающей среде. Это нашло свое отражение в современном понимании инженерной (физической) геологии как науки о свойствах геологической среды и ее движении, обусловленном ее взаимодействиями с внешними средами (экзогенные геологические процессы), в том числе взаимодействиями с сооружениями или продуктами (проявлениями) человеческой деятельности (инженерно-геологические процессы) (Е.М. Сергеев, 1982 и др.). Некоторые исследователи даже ставят вопрос о превращении геологии в науку о ноосфере или по крайней мере о включении инженерной (физической) геологии в состав комплекса наук, изучающих ноосферу.

Наряду с давно существующей инженерной геологией с 1987 г. начала оформляться как наука инженерная география, претендующая:

а) на изучение и оценку изменяющихся географических условий строительства различных сооружений и хозяйственного использования территорий;

б) выбор мероприятий, обеспечивающих нормальную, экологически максимально безопасную эксплуатацию инженерных сооружений и природно-техногенных систем, а также прогноз возможного пространственно-временного изменения географических обстановок под их воздействием и путей предотвращения неблагоприятных последствий. В рамках инженерной географии предполагается объединить экологическую географию (оценка современного состояния среды объекта, потенциальной устойчивости и сопротивляемости изменениям), географическую экспертизу (подтверждение возможности и целесообразности создаваемого объекта с точки зрения удовлетворения экономических потребностей и сохранения природы как среды нормальной жизнедеятельности людей) и географическое прогнозирование (определение тенденций развития взаимоотношений объекта с окружающей средой при создании и функционировании новой обоснованно спроектированной и правильно эксплуатируемой системы с рекомендациями по ее управлению).

Но экологическая география (экогеография) также рассматривается как самостоятельный раздел географической науки или особое исследовательское направление в ней, предмет которого – изучение географической среды с экологической (гуманитарно-экологической) точки зрения и в целях решения экологических проблем человечества. При этом, как отмечает А.Г. Исаченко (1995), «эколого-географические исследования остаются географическими по своему существу и по предмету, являясь экологическими по конечным целям». Ф.Н. Мильков (1993), придерживаясь подобных взглядов, именует данную науку «экографией».

Многочисленные работы и публикации посвящены проблеме экологического прогнозирования, под которым понимается выявление тенденции развития окружающей среды (экологической ситуации) в результате как естественных (в том числе катастрофических) процессов, так и антропогенного воздействия на нее. Экологическое и географическое прогнозирование близки по своей сути, ибо «географический прогноз – это научная разработка представлений о природных географических системах будущего, об их коренных свойствах и разнообразных переменных состояниях, в том числе обусловленных преднамеренными и непредусмотренными результатами деятельности человека...» (В. Б. Сочава, 1974). Цель прогнозирования – определение и минимизация нежелательных последствий естественных и антропогенных процессов и явлений. Оно может осуществляться с разными периодами упреждения и без каких-либо указаний их срочности и требует учета различных форм изменений ландшафта во времени – ритмических, спонтанных, необратимых, техногенных и др.

Прогнозам свойствен определенный пространственный охват (масштаб), хотя обычно они распространяются на обширные территории без четкого их ограничения и носят отраслевой (реже комплексный) характер – имеют отношение к одному из геокомпонентов, отдельным явлениям и процессам (прогнозы гидрометеорологические, медико-биологические, прогнозы добычи промысловой рыбы и дичи, пожароопасности, урожайности сельскохозяйственных культур, сейсмичности, опасности схода лавин, селей, извержения вулканов и т.д.). Кроме вопросов экологического прогнозирования, в научной литературе затрагиваются также проблемы исследования экологического потенциала ландшафта, экологического нормирования, экологического районирования, экологического картографирования, геоэкологического анализа, экологической безопасности, создания эколого-географических

(геоэкологических) информационных систем, экодиагностики территорий, регионального моделирования.

В комплексе экологических исследований выделяются работы по проблеме рационального природопользования, решение которой, по мнению Ю.Г.Симонова (1985), возможно путем соблюдения принципов комплексности (совокупная оценка природной, хозяйственной и социальной рациональности), привязки к конкретной территории и иерархичности оценок рациональности. Проблемы природопользования неразрывно связаны с ресурсоведением, ибо понятие «природопользование» обозначает сферу общественно-производственной деятельности, направленную на использование природных ресурсов, а также с экологическими оценками и прогнозами, без которых невозможна его рационализация. Но попытки выделить в связи с этим особую науку – «природопользование» – не увенчались успехом. Важнейшим принципом рационального природопользования, создающим основу для поддержания нормальных динамических равновесий в природной среде, является предложенный еще в 1972 г. А.М. Алпатьевым принцип геоэквивалентов, предполагающий соотнесение созданного человеком культурного ландшафта с существовавшим ранее на его месте естественным ландшафтом (по составу и массе веществ, интенсивности процессов обмена, по энергетическим показателям). Согласно данному принципу признается необходимость в процессе преобразовательной деятельности эквивалентного (а не тождественного) возврата в среду изымаемого вещества и энергии.

С проблемами природопользования тесно связано такое конструктивное направление экологии человека, как урбоэкология. Это специфическое направление градостроительства, призванное одновременно исследовать закономерности взаимодействия градостроительных структур с природной средой и разрабатывать предложения по его оптимизации. При этом главная цель урбоэкологии состоит в поиске путей и разработке решений в рамках градостроительства и организации территории в широком смысле слова, направленных не только на обеспечение приемлемых гигиенических условий жизни населения в отдельных населенных пунктах, но и на всемерную рационализацию природопользования на прилегающих территориях. Сходные задачи и в пределах населенных пунктов, и вне их решает ландшафтная архитектура, как и урбоэкология, связанная с гигиеной, географией, рядом технических отраслей, охраной природы, общей экологией и другими дисциплинами. Почти тождественна с урбоэкологией экология градостроительства, изучающая процессы формирования жилой среды в связи с развитием городов и систем расселения. Но она не изучает внутреннюю среду помещений, чем занимается особая ветвь науки – экистика. Сходные с экистикой задачи решает космическая экология, исследующая малые пространственно замкнутые системы длительного поддержания жизнедеятельности человека в космических аппаратах (а также на подводных лодках и др.). Кроме того, в рамках экологии человека существует и более широкое направление – космическая антропоэкология – комплекс наук о среде обитания, здоровье и эволюции человека на Земле и в условиях космического пространства.

Нельзя не вспомнить такую древнейшую отрасль, чей возраст больше возраста самой экологии, как экономия природы, впервые упомянутую еще К.Линнеем (1749) в его одноименной книге и призванную изучать взаимоотношения всех естественных тел, на которых основывается равновесие в природе. Позже Э. Геккель (1866) использовал данный термин в качестве синонима созданной им экологии. В настоящее время экономия природы, сменив свое название на «экоэкологию», претендует на анализ эколого-экономических систем различного уровня иерархии, но прежде всего пределов

допустимых нагрузок на природную среду и комплексных путей преодоления возникающих объективных лимитов в природопользовании. Ю.Д. Дмитриевский (1995) предложил своеобразный алгоритм изучения данных проблем, где они оказываются тесно связанными с медико-географическими проблемами: экономическое развитие (со всеми аспектами – ресурсными, социальными и др.) социальные последствия этого развития (экономико- и социально-экологические последствия его) – медико-географические проблемы (как слепок с социального лица района и его экономических особенностей, включая специализацию). На Западе (в частности, в Германии) возникла даже специальная экономическая наука экологической направленности – экономика окружающей среды, исследующая экономические аспекты взаимодействия общества и окружающей среды.

Существуют и исторические ветви экологии, как, например, историческая экология, исследующая различные природные системы в пределах времени влияния на них человека, или эколономия, изучающая главным образом исторические эколого-социально-экономические закономерности развития глобальной системы «общество–природа». Ю.Д. Дмитриевский выделяет два исторических аспекта экологических исследований: первый относится скорее к сфере истории науки и научных взглядов, связанный с необходимостью учета опыта и достижений своих предшественников, «которые, может быть, не зная самого термина «экология», занимались экологическими исследованиями»; второй заключается в изучении экологических процессов прошлого. Второе направление Ю.Д. Дмитриевский предложил назвать исторической геоэкологией. К историко-геоэкологам он отнес Л. Н. Гумилева и его учеников, а также В.С. Жекулина и представителей его школы; к числу же ученых, в работах которых освещается история науки и научно-экологических взглядов, – Д.Л.Арманда и А.Г. Исаченко. В данный список можно внести также имена Ф. Н. Милькова, Ю. Г.Саушкина, И.В. Круть, И.М.Забелина, В.В.Лункевича и ряда других ученых. Особый интерес представляет исследование историко-генетического значения морфографических условий (конфигурация, прерывистость или непрерывность контуров, наличие барьеров, особенности границ), о необходимости которого еще в 1898 г. писал Л.И. Мечников: «Историческое значение конфигурации земли – это главный факт, на который надлежит обращать внимание при рассмотрении истории».

Термин «геоэкология» был предложен еще в 30-е гг. XX в. немецким географом К. Троллем (1939) как аналог понятия «экология ландшафта» для объединения двух подходов – горизонтального, изучающего пространственные взаимодействия природных явлений в рамках определенной экосистемы, ландшафта, и вертикального – геофизического. Как позднее писал К. Тролль (1970), термин «ландшафтная экология» (геоэкология) должен включать в себя оба эти подхода, т.е. «изучение данного района в соответствии с его естественной регионально-экологической последовательностью (структурой) и его основными причинными взаимоотношениями на каждом участке (экотопе)». Таким образом, по К.Троллию, объектом изучения геоэкологии или ландшафтной экологии одновременно являются как ландшафты, отражающие дифференциацию земной поверхности, так и ценозы и экотопы, занимающие данный природный комплекс. Согласно ему следовало параллельно исследовать: а) региональную дифференциацию ЗП и территориальное (пространственное) взаимодействие природных явлений, а также б) взаимодействие явлений в данном экотопе, изучаемом как экологическая система.

По мнению А. Винка (1983), первоначально главная задача геоэкологии заключалась в описании характеристики ландшафта в соответствии с его главными

связями с биосферой и антропосферой, т.е. в составлении своеобразного эколого-энергетического баланса ландшафта или «природного бюджета региона» (по Э. Неефу, 1967). Данное понимание сущности геоэкологии сближала ее (или отождествляла) с биофизикой ландшафта в понимании Ф.Н. Милькова как раздела физической географии, «вскрывающего механизм взаимодействия живого и косного вещества, процесс аккумуляции и трансформации солнечной энергии биотой ландшафта». А.А. Чибилев (1998) считает, что при подобном понимании геоэкологии как экологии ландшафта ее основателем наряду с К. Троллем следует считать Л.Г. Раменского, который даже несколько ранее (1938) ввел в оборот термин «экология земель», или «экоотопология», для обозначения «учения о внешней обусловленности различных мест обитаний и жизненных сред».

Термин «геоэкология» получил широкое распространение на Западе, особенно в немецкой литературе, с конца 70-х гг. ввиду необходимости альтернативы биоэкологии как «экологии в себе», оставляющей вне своего внимания глобальные пространственные перспективы.

Понимание геоэкологии постепенно расширилось и вышло за пределы чисто ландшафтной экологии за счет вовлечения в сферу ее интересов нового объекта – общества, а ее задачи стали полнее и глубже: геоэкология перешла от изучения ландшафтов путем анализа экологических отношений между растительностью и средой, а также структуры и функционирования природных комплексов на локальном (топологическом) уровне к исследованию взаимодействия составных частей природного комплекса и воздействия общества на природную составляющую ландшафтов путем анализа балансов вещества и энергии.

### **1.3. Разработка принципов и практических мер, направленных на охрану живой природы как на видовом, так и экосистемном уровне**

Органический мир Земли образован совокупностью видов животных, растений, грибов, микроорганизмов. Каждый компонент органического мира взаимосвязан с другим, справедлив закон «все связано со всем». Изменение и тем более уничтожение одного из компонентов системы влечет за собой изменение, а в предельном случае гибель всей системы. Все это делает необходимым осуществление специальных природоохранных мероприятий, направленных на защиту всех живых организмов, сохранению биоразнообразия на планете.

Главная задача охраны природы – охрана генофонда – совокупности генов, которые имеются у всех особей популяций. Изменение генофонда происходит за счет мутаций, вызванных естественными факторами и факторами антропогенного происхождения.

Для сохранения численности и популяционно-видового состава биотических сообществ осуществляется комплекс природоохранных мер, в число которых входят: борьба с лесными пожарами; защита растений от вредителей и болезней; полезащитное лесоразведение; повышение эффективности использования лесных ресурсов; охрана отдельных видов растений и растительных сообществ.

### **1.4. Особо охраняемые территории и природные объекты**

Участки суши, водной поверхности и воздушного пространства, которые в силу своего особого природоохранного и иного значения полностью или частично изъяты из хозяйственного пользования и для которых установлен режим особой охраны,

называют *особо охраняемыми природными территориями (ООПТ)*. Главной их задачей является сохранение биологического разнообразия для поддержания устойчивости природных экосистем.

Различают следующие основные категории ООПТ: государственные природные заповедники, в том числе биосферные; национальные парки; природные парки; государственные природные заказники; памятники природы; дендрологические парки и ботанические сады; иные особо охраняемые территории и природные объекты, имеющие ценное значение.

Режим особо охраняемых природных территорий устанавливается Федеральными законами. Правительством РФ утверждены специальные положения по правовому режиму отдельных особо охраняемых природных территорий. Особо охраняемые природные территории могут иметь международное, федеральное, региональное или местное значение.

*Государственные природные заповедники* решают следующие задачи: сохранение биологического разнообразия и поддержание в естественном состоянии охраняемых природных объектов; организация и проведение научных исследований; экологический мониторинг; экологическое просвещение; участие в государственной экологической экспертизе проектов и в подготовке научных кадров в области охраны природной среды.

На территории государственных природных заповедников из хозяйственного пользования полностью изъяты: земля, воды, недра, животный и растительный мир.

Государственный природный *биосферный заповедник* – ландшафтная единица, выделенная в соответствии с программой ЮНЕСКО «Человек и биосфера» с целью ее сохранения и исследования. Заповедники, имеющие статус биосферных, входят в международную систему биосферных резерватов, осуществляющих глобальный экологический мониторинг. Биосферные заповедники создаются на совершенно не затронутых хозяйственной деятельностью территориях или на мало измененных деятельностью человека. Важно, что для создания биосферных заповедников выбираются не уникальные, а типичные ландшафты. Биосферные заповедники России: Приокско-Террасный, Центрально-Чернозёмный, Центрально-Лесной, Таймырский.

*Государственные природные заказники* – это участки, в пределах которых запрещены отдельные виды и форма хозяйственной деятельности с целью охраны одного или нескольких видов живых существ, биогеоценозов, экологических компонентов или общего характера охраняемой местности. Запрет на хозяйствование может устанавливаться на определенный срок или быть бессрочным. Государственные природные заказники подразделяют: на комплексные или ландшафтные; биологические; палеонтологические; гидрологические; геологические. Государственные природные заказники могут быть федерального или регионального подчинения. Земельные участки природных заказников могут находиться в пользовании, владении у юридических и физических лиц.

*Национальные парки* – это значительные по площади территории, включающие особо охраняемые природные (не подвергающиеся антропогенному воздействию) ландшафты, которые, помимо главной задачи сохранения природных комплексов, предназначены преимущественно для рекреационных целей. Территория национального парка обычно зонирована, т. е. делится на зоны с различным режимом эксплуатации – заповедную, хозяйственную и рекреационную. На территориях национальных парков могут проживать малочисленные этнические общины. Для них может быть установлен режим использования природных ресурсов, обеспечивающий

сохранение их традиционного образа жизни. Национальные парки России: Башкирия, Валдайский, Водозерский (Карелия), Забайкальский, Лосинный остров.

**Природные парки** являются рекреационными учреждениями, их территория также может использоваться в просветительских и рекреационных целях. Территории или акватории природных парков включают комплексы и объекты, имеющие значительную экологическую и эстетическую ценность. В природных парках устанавливается режим особой охраны и использования, запрещается деятельность, которая могла бы изменить исторически сложившийся ландшафт, изменить эстетическое или рекреационное качество парка. В природном парке могут быть выделены зоны с различными режимами – природоохранные, рекреационные, охраны историко-культурных комплексов, агрохозяйственные и иные. Решение о создании природного парка на территории РФ принимают субъекты Федерации.

### 1.5. Красные книги

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) в 1949 г. начал сбор информации о редких, находящихся под угрозой исчезновения видах растений и животных, а в 1966 г. издал «Красную книгу фактов» («*Red Data Book*»). Красная книга – официальный документ, содержащий регулярно обновляемые данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов (подвидов и популяций) редких животных, дикорастущих растений и грибов.

Для дифференцированного подхода к определению очередности применения охранных мер разработана пятиступенчатая шкала категорий статуса охраняемого вида. К I категории относятся виды, находящиеся под угрозой исчезновения и спасение которых невозможно без специальных мер. Во II категорию включены виды, чья численность ещё относительно велика, но катастрофически сокращается, что в недалёком будущем может поставить их на грань исчезновения. III категорию составляют редкие виды, которым в настоящее время ничто не угрожает, но встречаются они в таком небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что могут исчезнуть при неблагоприятном изменении среды обитания. В IV категорию входят малоизученные виды, чья численность и состояние вызывают тревогу, однако недостаток сведений не позволяет отнести их ни к одной из предыдущих категорий. К V категории относятся восстановленные виды, чьё состояние благодаря принятым мерам больше не вызывает опасений, но которые ещё не подлежат промысловому использованию.

Существуют международный, национальные и региональные (локальные) варианты Красной книги, которые ведутся отдельно для растений и для животных. В СССР Красная книга была учреждена в 1974 г. В 1996 г. вышло новое издание Международной Красной книги. Сегодня в Красную книгу России занесено 562 вида растений и 247 видов животных. В целях учета и охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения почв учреждены Красная книга почв.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Охарактеризуйте современную прикладную экологию как науку?
- 2) Какие крупные блоки выделяют в прикладной экологии?
- 3) Перечислите основные мероприятия по охране генофонда живых организмов?
- 4) Чем отличаются режимы охраны в ООПТ различных типов?
- 5) Какую юридическую силу имеет Красная книга?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## ЗНАЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### 2.1. Понятие и классификация антропогенных экосистем

*Антропогенные экосистемы* – это сообщества людей, находящихся в тесной взаимосвязи со средой обитания. К антропогенным экосистемам относят урбоэкосистемы (индустриально-городские), агроэкосистемы (сельскохозяйственные), транспорт и транспортные коммуникации, замкнутые пространства обитаемых космических кораблей и глубоководных аппаратов.

*Урбосистемы* (индустриально-городские) – искусственные системы (экосистемы), возникающие в результате развития городов, и представляющие собой средоточие населения, жилых зданий, промышленных, бытовых, культурных объектов и т.д. В их составе можно выделить следующие территории: промышленные зоны, где сосредоточены промышленные объекты различных отраслей хозяйства и являющиеся основными источниками загрязнения окружающей среды; селитебные зоны (жилые или спальные районы) с жилыми домами, административными зданиями, объектами быта, культуры и т.п.; рекреационные зоны, предназначенные для отдыха людей (лесопарки, базы отдыха и т.п.); транспортные системы и сооружения, пронизывающие всю городскую систему (автомобильные и железные дороги, метрополитен, заправочные станции, гаражи, аэродромы и т.п.). Существование урбоэкосистем поддерживается за счет агроэкосистем и энергии горючих ископаемых и атомной промышленности.

### 2.2. Агроэкосистемы: классификация, функционирование

*Агроэкосистема* (agros (греч.) – поле) – это искусственно созданная и поддерживаемая человеком экосистема, предназначенная для производства сельскохозяйственной продукции. Согласно типизации ФАО, выделяют пять типов агроэкосистем: земледельческие или полевые, плантационно-садовые, пастбищные, смешанные, характеризующиеся сочетанием нескольких видов землепользования, агропромышленные экосистемы – территории интенсивного «индустриализированного» производства молока, мяса, яиц и другой продукции на основе преобладающих процессов снабжения системы веществом и энергией извне.

Отличия агроэкосистем от естественных экосистем:

1. Незначительное видовое разнообразие, которое резко снижено в результате действий человека для получения максимальной биомассы какого-то одного продукта;
2. Устойчивость агроэкосистем поддерживается человеком. Смена растительных сообществ происходит в результате замены одного вида культурного растения другим;
3. Короткие цепи питания (урожай–человек);
4. Неполный круговорот веществ (часть питательных элементов выносятся из агроэкосистем с урожаем);
5. Регулярное изъятие биологической продукции восполняется соответствующей агротехникой (посевом семян, внесением удобрений, обработкой почвы);
6. Источником энергии является не только солнце, но и деятельность человека. Агроэкосистемы получают вспомогательную энергию в виде мышечных усилий

человека или животных, а также мелиорации, орошения, применения удобрений, использования сельскохозяйственной техники;

7. Искусственный отбор (действие естественного отбора ослаблено, отбор осуществляет человек).

### **2.3. Круговорот веществ и поток энергии в агроэкосистеме**

Высокая продуктивность агроэкосистем имеет два значительных отрицательных последствия: *нарушение круговорота веществ и потока энергии*. Круговорот веществ изменен в результате ежегодного изъятия урожая, что выражается в уменьшении содержания питательных веществ – утрате плодородия. Почвенное плодородие, определяемое в основном запасами гумуса, является главной экономической и экологической характеристикой агроэкосистемы.

Величина потерь питательных элементов определяется следующими параметрами агроэкосистем: составом почв, их происхождением и подстилающими породами; микроклиматом; геоморфологией; соотношением сельскохозяйственных угодий и лесных насаждений; технологиями внесения и видам удобрений; наличием ферм и животноводческих комплексов и др.

Утрата плодородия сопровождается в следующими процессами. Потери биогенных элементов: азота – в процессе денитрификации, выщелачивания; фосфора при выщелачивании, калия – при вымывании. Уменьшение содержания гумуса ухудшает условия развития полезной микрофлоры, в том числе и «почвоочистительной». Агротехника, при которой уменьшается разнообразие возделываемых культур, увеличивает угрозу потери питательных веществ при вымывании их за пределы корнеобитаемого слоя почвы. Потери почвой коллоидов в агроэкосистемах вызваны окислением и разрушением органического вещества, что происходит в результате длительной обработки почвы, а также при орошении. Параллельно окислению органического вещества происходит и интенсивная минерализация, что ведет к значительным потерям его подвижной части. В агроэкосистемах процессы окисления и минерализации усиливаются вследствие снижения густоты растительного покрова и повышения температуры почвы.

Создание агроэкосистем сопровождается в первую очередь изменением потока энергии – субсидии ее в виде физического или механизированного труда в процессе с/х производства. В соответствии с энергозатратами и продуктивностью все агроэкосистемы можно разделить на два типа: доиндустриальные и интенсивные механизированные.

Агроэкосистемы доиндустриального периода – самодостаточные, с интенсивным использованием дополнительной энергии в виде мышечных усилий человека и животных; поставляют продукты питания для конкретного фермера и для продажи или обмена на местных рынках. Интенсивные механизированные агроэкосистемы с крупными энергетическими дотациями в форме горючего, химикатов и работы машин, поставляют продукты питания в количестве, превышающем местные потребности, где избыток продуктов идет на экспорт.

### **2.4. Урбоэкосистемы: структура, особенности влияния на здоровье человека**

**Урбоэкосистема (городская экосистема)** – пространственно ограниченная природно-техногенная система, сложный комплекс взаимосвязанных обменом

вещества и энергии автономных живых организмов, абиотических элементов, природных и техногенных, создающих городскую среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, этническим, трудовым, экономическим и социальным потребностям.

Н. Ф. Реймерс (1990) подчеркивает при этом, что урбоэкосистемы – «неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем». И если первые обеспечивают в той или иной степени комфорт жизни современного горожанина, то вторые, напротив, снижают ее качество.

Городская экосистема состоит из взаимосвязанных и взаимопроникающих подсистем (сред): квазиприродной (преобразованной географической среды), ландшафтно-архитектурной, социально-экономической, общественно-производственной. Связь между ними столь велика, что практически ни одна из них в отдельности не может выполнять свои функции, и в то же время отсутствие одной из подсистем влечет разрушение урбоэкосистемы в целом.

Город – природно-техногенная система, динамическая совокупность, составленная проживающим населением, его хозяйственной деятельностью и освоенной территорией. Вместе с тем город – это природно-антропогенная система. Основными системообразующими факторами (элементами системы) является человек (он сам и все виды деятельности, осуществляемой в пределах городской территории) и природная среда (рельеф, геология, климат, воды и т. д.). Взаимодействие этих двух факторов и создает специфическую урбоэкосистему и присущую ей специфическую природно-антропогенную городскую среду. Эта экосистема развивается и изменяется преимущественно в результате управления антропогенными процессами, смены социально-экономических функций, возлагаемых на данный город, и в значительно меньшей степени за счет саморазвития. Природные процессы, исходно свойственные географической среде, в которой возник и развивается город, протекают на территории города под его сильным влиянием.

*Среда, окружающая горожанина* в этих условиях, – это совокупность абиотической и социальной сред, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство. Одновременно ее можно делить на собственно *природную среду* и *преобразованную человеком природную среду* (антропогенные ландшафты вплоть до искусственного окружения людей – здания, асфальт дорог, искусственное освещение и т. д., т. е. до *искусственной среды*). В целом же среда городская и населенных пунктов городского типа – это часть *техносферы*, т. е. биосферы, коренным образом преобразованной человеком в технические и техногенные объекты.

Наряду с наземной частью ландшафта в орбиту хозяйственной деятельности человека попадает и поверхностная часть литосферы, которую принято называть *геологической средой*. К ней относятся горные породы и подземные воды, на которые оказывает воздействие хозяйственная деятельность человека.

На городских территориях, в урбоэкосистемах, можно выделить группу систем, отражающую всю сложность взаимодействия зданий и сооружений с ОС, которые называют *природно-техническими системами*. Они теснейшим образом связаны с антропогенными ландшафтами, с их геологическим строением и рельефом.

Таким образом, урбоэкосистемы – это средоточие населения, жилых и промышленных зданий и сооружений. Их существование зависит от энергии горючих ископаемых и атомноэнергетического сырья, искусственно регулируется и поддерживается человеком.

Среда урбоэкосистем, как ее географическая, так и геологическая части, наиболее сильно изменена и по сути дела стала *искусственной*. Здесь возникают и решаются проблемы утилизации и реутилизации вовлекаемых в оборот природных ресурсов, загрязнения и очистки ОС, здесь происходит и усиливается изоляция хозяйственно-производственных циклов от природного обмена веществ (биогеохимических циклов) и потока энергии в природных экосистемах. И, наконец, именно здесь наибольшая плотность населения и искусственная среда, которые угрожают не только здоровью человека, но и выживанию всего человечества. Здоровье человека – индикатор качества этой среды.

Структура планировки современных городов сложна и многообразна. Но в ней выделяют следующие функциональные зоны: центральную, промышленную, жилую, санитарно-защитную, внешнего транспорта, коммунально-складскую, зону отдыха.

**Здоровье человека и города.** Повышенное загрязнение среды, а также другие неблагоприятные факторы обуславливают большую вероятность нервных срывов, стрессов и других заболеваний. Имеются данные, что в городах заболеваемость в среднем в два раза выше, чем в сельской местности.

Причиной повышенной заболеваемости в городах является также весьма короткий период адаптации людей к их специфическим условиям. При современных темпах роста городов люди вынуждены приспосабливаться к городским условиям на протяжении жизни одного поколения. Существенные трудности адаптации возникают в районах новостроек с их монотонной однообразной архитектурой. Такое явление, как мы уже упоминали, получило название «грусть новых городов», которая во многом несет черты, свойственные чувствам, характерным для ностальгии. Кроме монотонности пространства, грусть является следствием разобщенности людей, отчуждения их от привычной социально-психологической среды.

## **2.5. Нарушения в экосистеме почв в результате антропогенного воздействия в урбоэкосистемах**

Впервые термин «городские почвы» ввел американский ученый Дж. Бокхейм в 1974 г. *Городские почвы* – это почвы, имеющие созданный человеком поверхностный слой (горизонт урбик), который получен перемешиванием, посыпанием, погребением или загрязнением материалами антропогенного происхождения (строительно-бытовой мусор, промышленные отходы). Специфическую городскую почву называют *урбаноземом* (или *урбоземом*). Его верхняя часть более или менее гумусовая в зависимости от функциональной принадлежности территории (промышленная зона, парки, скверы) и возраста. Такой антропогенно созданный горизонт характеризуется повышенным содержанием фосфора и других питательных элементов, большим количеством карбонатов, в отдельных местах – засолением, высоким содержанием микроэлементов (тяжелых металлов), повышенной уплотненностью.

Городские почвы во многих крупных городах-миллионерах сохраняют очень мало признаков исходных почв. В основном они приобретают ряд черт, связанных с воздействием урбанизации и техногенеза. Для большинства урбаноземов характерно отсутствие генетических горизонтов и наличие различных по окраске и мощности слоев искусственного происхождения. До 30-40 % площади жилых застроенных зон занимают запечатанные под асфальтом или другими постройками почвы (*экрanoземы*); в промышленных зонах преобладают химически загрязненные *индустриземы*; на насыпных и привозных грунтах, вокруг некоторых автозаправочных станций

встречаются *интруземы* (перемешанные почвы), а в районах новостроек – *реплантоземы* (почвоподобные тела).

Физико-химические свойства городских почв в значительной степени антропогенно преобразованы и геохимически трансформированы. При этом все они характеризуются большой пространственной неоднородностью и различаются по зонам функционального назначения. В Москве сильноокислая и кислая реакция среды фоновых почв сменилась в городских почвах на слабокислую, нейтральную и щелочную. В настоящее время доминирующий рН почв – нейтральный и щелочной, а его средние значения около 7,8. Динамика указывает на дальнейшее подщелачивание почв, что связано с осаждением строительной пыли, содержащей карбонаты кальция и магния, и выпадением атмосферных осадков с повышенным содержанием диоксида углерода.

Изменяется биота почвы и ее функционирование. Например, в зонах промышленных предприятий и жилой зоне Азова (Ростовская обл.) коэффициент дыхательной активности почвы значительно снижается, в рекреационных – возрастает. Это свидетельствует о меньшей активности микроорганизмов в первых двух ландшафтах. Кроме того, в этих же зонах увеличивается обсемененность микробами верхнего слоя почвы и снижается в более глубоких слоях.

## **2.6. Роль лесных насаждений в функционировании урбоэкосистем**

Санитарно-гигиенические функции зеленых насаждений:

*Очистка приземного воздуха от пыли.*

*Обогащение приземного воздуха кислородом.*

*Уменьшение* бактериальной загрязненности воздуха, повышение его ионизации, обогащение различного рода фитонцидами.

*Снижение уровня звукового загрязнения.*

*Улучшение микроклимата городов.* Зеленые насаждения *улучшают* микроклимат городской территории, предохраняют от чрезмерного перегревания почву, стены зданий, тротуары, создают более комфортные условия для отдыха на открытом воздухе.

*Влажность воздуха и ветровой режим.*

## **2.7. Искусственные лесные насаждения как пример антропогенных экосистем**

В современном городе складывается специфическая и во многом неблагоприятная для жизнедеятельности человека экологическая обстановка. Она характеризуется повышенным содержанием атмосферных загрязнений, более резкими колебаниями температурного и радиационного режимов, наличием шума и вибраций разного рода, а также электромагнитных излучений.

В условиях непрерывного повышения техногенных нагрузок на городского жителя покрытые растительностью пространства города становятся мощным средством частичной нейтрализации негативного воздействия отрицательных факторов жизни на урбанизированных территориях.

Зеленые насаждения города входят в состав комплексной зеленой зоны – единой системы взаимосвязанных элементов ландшафта города и прилегающего района, предназначенной для решения вопросов охраны природы и улучшения условий труда, быта и отдыха населения.

*Комплексная зеленая зона города* состоит из ядра (территории городской застройки) и внешней зоны. В *ядре* выделяют: 1) микрорайоны, кварталы; 2) зеленые насаждения; 3) улицы, дороги и площади; 4) промышленные территории. *Внешняя зона* включает: 1) внегородскую застройку и промышленные территории; 2) курорты и места отдыха (учреждения отдыха, лечения и туризма, спортивные комплексы, пляжи, дачные поселки); 3) дороги (железные и автомобильные); 4) зеленые массивы (пригородные леса, лесопарки, градозащитные лесные массивы, облесенные неудобья, полезащитные и другие полосы); 5) сады и виноградники, питомники; 6) неозеленяемые территории (сельскохозяйственные и другие земли); 7) водоемы.

Все виды озелененных территорий городов, согласно градостроительной классификации, делятся на три группы: 1) *общего пользования* – общегородские парки культуры и отдыха, районные парки, городские сады, сады жилых районов и микрорайонов, бульвары, лесопарки; 2) *ограниченного пользования* – зеленые насаждения на жилых территориях микрорайонов и жилых районов, на участках детских садов; школ, спортивных комплексов, учреждений здравоохранения, культурно-просветительных, административных и других учреждений, вузов, техникумов, ПТУ, промышленных предприятий и складов; 3) *специального назначения* – насаждения на городских улицах и магистралях, территории санитарно-защитных и водоохраных зон, ботанические и зоологические Сады, насаждения на территориях питомников, цветочных хозяйств, кладбищ и т. п.

Применительно к урбанизированным территориям и городам часто употребляют такие понятия, как лес, лесопарк, парк, сад, сквер, бульвар.

Лес – один из основных типов растительности, состоящий из совокупности древесных, кустарниковых, травянистых и других растений (мхи, лишайники), включающий животных и микроорганизмы, биологически связанные в своем развитии и влияющие друг на друга и на внешнюю среду.

Лес представляет собой природную систему, состоящую из взаимодействующих и взаимосвязанных компонентов. Эта система характеризуется динамическим равновесием, устойчивостью, авторегуляцией, высокой способностью к восстановлению и обновлению, особым балансом энергии и веществ, динамичностью процессов с тенденциями к их стабильности. Природная лесная растительность на территории городов сохранилась лишь фрагментарно. Однако и там она подвержена сильным антропогенным изменениям и не является в полном смысле слова естественной.

*Лес защитный* – естественная или искусственная древесно-кустарниковая растительность, сохраняемая или культивируемая в целях создания благоприятной природной среды для жизни людей, регулирования водного режима, предупреждения эрозии почв, создания условий для жизни ценных животных и т. п. задач, включая защиту технических и строительных объектов от заноса снегом, песком, пылью и т. п.

*Лесопарк* – довольно обширный естественный лес, обычно недалеко от крупного населенного пункта или внутри его, приспособленный для массового отдыха, спорта, развлечений и удовлетворения культурных и эстетических потребностей людей. Мероприятия по «окультуриванию» могут быть ограниченными (проведение троп, устройство скамеек) или включать специально продуманные комплексы архитектуры малых форм в сочетании со спортивно-оздоровительными учреждениями и сооружениями, а также мероприятиями, направленными на обогащение флоры и фауны лесопарка.

Лес и лесопарк, лесопарк и парк, парк и сад отличаются друг от друга по комплексу

выполняемых ими в системе городских территорий функций: средозащитных и санитарно-гигиенических, природоохранных, а также визуально – размерами, степенью благоустройства и режимом использования.

*Парк*, как правило, это сочетание зеленых насаждений (и обычно архитектуры малых форм) с дорогами, аллеями и водоемами, предназначенное для украшения и оздоровления местности, где отдыхают люди.

Различают *регулярный парк* с геометрически правильной планировкой, подстриженными деревьями и кустарниками (например, Нижний парк в Петродворце) и *ландшафтный* (иначе пейзажный) *парк* – искусственно созданный, а чаще окультуренный привлекательный для людей охраняемый антропогенный ландшафт (например, парк в Павловске под С.-Петербургом).

Парк и сад имеют полное благоустройство вплоть до освещения и зонирования: детская, спортивная и зона тихого отдыха, и отличаются друг от друга только размерами.

В соответствии с ГОСТ 28329-89, для крупных городов определены следующие градации: *парк* – это массив не менее 15 га, *сад* – массив от 3 до 15 га. Сад – озелененная территория с ограниченным набором видов рекреационной деятельности, предназначенная преимущественно для прогулок и повседневного тихого отдыха населения. *Бульвар* – озелененная территория линейной формы, предназначенная для транзитного пешеходного движения, прогулок, повседневного отдыха, шириной не менее 15 м. В этом его отличие от уличных насаждений. *Сквер* – компактная озелененная территория, предназначенная для повседневного отдыха и пешеходного передвижения населения размером до 2 га. Обычно его устраивают посреди площади города или на перекрестке улиц (нередко на месте снесенных домов). Иногда устраивается перед домом, отнесенным в глубину квартала.

В некоторых городах устраивают *сад ботанический*, представляющий собой коллекцию живых растений дикой флоры (обычно со значительной долей древесных пород); он создается, как правило, для научных целей.

Иногда создают *исторический сад* – декоративное окружение какого-то объекта или самостоятельное декоративное единство; такой сад представляет наряду с историческим и эстетический интерес.

Города часто разбивают на отдельные *микрорайоны*, которые подвергают озеленению. В микрорайонах города различают четыре основных вида озелененных территорий: придомовые, территории школ, дошкольных учреждений и учреждений культурно-бытового обслуживания.

## **2.8. Круговорот веществ и потоки энергии в лесопосадках и городских лесонасаждениях**

Коренному преобразованию подвергается почвенный покров городских территорий. На больших площадях, под магистралями и кварталами, он уничтожается, а в зонах рекреаций (парки, скверы, дворы) загрязняется бытовыми отходами, вредными веществами, поступающими из атмосферы; обогащается тяжелыми металлами. Следствием этого является незащищенность почв, которая способствует водной и ветровой эрозии.

Естественные почвы образуются под влиянием климата, горных пород, биологической составляющей, рельефа и времени. Антропогенными считаются те почвы, в образовании которых ведущую роль играет человеческий фактор. На

территории городов этот фактор выражается не только в способе функционального использования территории, но и в воздействии на все природные факторы почвообразования. Почва саморазвивается, но природные процессы, протекающие в городской почве, могут быть прямо или косвенно инициированы человеческой деятельностью. Таким образом, в городе почвы есть, они представляют собой остатки природных лесных, пахотных, пойменных и болотных почв, а также новые типы, созданные природой (именно природой) в ответ на многолетнее глобальное воздействие человека.

## 2.9. Транспортные коммуникации в урбоэкосистемах

Человечество создало много способов и устройств для перемещения: различают гужевой, автомобильный, сельскохозяйственный (трактора и комбайны), железнодорожный, водный (речной и морской), воздушный и трубопроводный транспорт.

Транспорт играет уникальную роль, связывая все важнейшие сферы материального производства в единую систему хозяйственной деятельности. Ни одна из них не может развиваться без тех или иных видов транспорта. В настоящее время роль транспорта стала сопоставима с природными процессами перемещения веществ.

При всем многообразии форм воздействия транспорта на природную среду их источники можно объединить в две основные группы: 1) *транспортные коммуникации* (автодороги, железные дороги, аэродромы, трубопроводы и т. д.); они воздействуют на природную среду прямо, постоянно и длительно; 2) *транспортные средства* (автомобили, самолеты, суда и т. д.), которые оказывают кратковременное влияние на природную среду; они вызывают экологические последствия, способные со временем исчезнуть, но могут сохраняться и относительно долго.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Основные типы антропогенных экосистем, их краткие характеристики.
- 2) Отличительные особенности агроэкосистем
- 3) Пути потери веществ в агроэкосистемах.
- 4) Перечислите последствия для здоровья человека проживания в урбоэкосистеме.
- 5) Перечислите основные особенности городских почв.
- 6) Перечислите функции лесонасаждений.
- 7) Основные типы городских лесонасаждений.
- 8) Основные черты круговорота веществ в искусственных лесопосадках.
- 9) Назовите основные отрицательные факторы влияния транспорта на экосистемы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П. Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. Коробкин, В. И., Передельский, Л. В. Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### Дополнительная

1. Черников, В. А., Алексахин, Р. М., Голубев, А. В. Агроэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
2. Медоуз, Д. Х., Рандерс, И., Медоуз, Д. Л. Пределы роста. 30 лет спустя / Д. Х. Медоуз, И. Рандерс, Д.Л. Медоуз. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 342 с.
3. Реймерс, Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.
4. Денисов, В. В. Экология города: Учебное пособие / Денисов В. В., Курбатова А. С., Денисова И. А., Бондаренко В. Л., Грачев В. А., Гутенев В. В., Нагнибеда Б.А. Под ред. проф. В. В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ», 2008. – 832 с. ISBN 978-5-241-00900-5

## ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### 3.1. Деградация земель, лесов, деградация экосистем и исчезновение видов.

#### Деградация водных объектов

Воздействия человека на окружающую среду традиционно называются антропогенными. К ним относятся любые по своему характеру воздействия (механические, физические, химические, биологические и др.), приводящие к изменению экологических свойств противоположной (объектной) стороны экологических отношений. В качестве источника воздействий выступают многочисленные и весьма разнообразные процессы, происходящие в природе и обществе, а также результаты данных процессов. Даже находящийся как бы в покое и не функционирующий субъект антропогенного воздействия (фабрика, завод, законсервированная скважина, железная дорога и т.п.), постоянно взаимодействует с другими телами через электромагнитное, гравитационное и другие поля, изменяя их и меняясь сам. Следует учитывать также потенциально возможные в будущем воздействия – вероятность аварий на атомных объектах, возможность извлечения недоступных в настоящее время ресурсов и т. п.

Понятие «антропогенные воздействия», так же как понятия «воздействия окружающей среды», «субъекты и объекты антропогенного воздействия», функционально-генетическое: наряду с указанием характера связи между предметами или явлениями – субъект-объектного взаимодействия в них содержится их генетическая характеристика – антропогенного или естественного происхождения. Указание на пассивную или активную роль (объект или субъект воздействия) в экологических отношениях весьма относительно: например, любой даже самый активный субъект антропогенного воздействия одновременно выступает в качестве объекта воздействия окружающей среды, и чем сильнее его активность, тем выше интенсивность обратного воздействия. Также любой субъект антропогенного воздействия выступает в качестве объекта воздействия прочих САВ; впрочем, и объекты антропогенного воздействия воздействуют не только на САВ, но и друг на друга. Подобная относительность субъект-объектных ролей в экологических отношениях человека и окружающей среды неудивительна: всякое воздействие на самом деле есть взаимодействие материальных объектов, вдобавок каждое действие всегда равно противодействию, а все, казалось бы, неэкологические изменения, происходящие в объектах воздействий, в конечном итоге в той или иной степени сказываются на их экологических свойствах.

Важнейшая проблема прикладной экологии – классификация антропогенных воздействий. Для классификации антропогенных воздействий используют различные критерии: сущность или природа воздействия, общие особенности, время происхождения и действия, длительность проявления последствий, масштабы охватываемого воздействиями пространства, устойчивость вызываемых изменений окружающей среды, виды деятельности человека, оказывающие соответствующее влияние и многие другие, отражающие особенности либо а) самого воздействия (качественные, количественные, пространственные, временные и др.), либо б) возможного отклика (ответной реакции) окружающей среды на данное воздействие, либо в) функционирования субъекта воздействия.

И.П. Лаптев (1975) антропогенные факторы, влияющие на природу, по их сущности разделяет на тела (сооружения, постройки, водохранилища и др.), вещества (обычные и радиоактивные, химические, искусственные соединения и элементы, аэрозоли, сточные воды и др.), процессы (воздействия на почвенно-растительный покров, домашних животных, культурные растения и др.) и явления (тепло, свет, радиоволны, вибрация и др.).

В классификации И.А. Израэля (1984) в качестве основного критерия используется степень осознанности воздействия, когда все антропогенные воздействия подразделяются на: а) стихийные, когда природная среда выступает в качестве «амортизатора» – нейтрального рассеивателя отходов; б) ненамеренные, но существенные, возникающие при строительстве городов, добыче полезных ископаемых и т.п.; в) сознательные, крупномасштабные (переброска стока рек, строительство водохранилищ, война и др.); г) сознательные, направленные на регулирование отношений человека с окружающей средой (мониторинг, регулирование качества среды и др.). Ближе к подобной классификации и деление негативных воздействий по степени неизбежности и причинам их возникновения на: а) своевременно не предсказанные (не учтены в проектах из-за неполноты знания); б) технологически неизбежные; в) вызванные субъективными причинами (несоблюдение технологических требований и др.) («Принципы и методы геосистемного мониторинга», 1989).

При классификации антропогенных воздействий в первую очередь должен учитываться их результат – главная характеристика каждого из них. По своим результатам антропогенные воздействия подразделяются на положительные и отрицательные. Деление осуществляется в зависимости от того, направлено ли оно на «вписывание» в природу и на ее охрану от недальновидных проявлений жизнедеятельности человека («+»), либо, наоборот, на ее трансформацию или преобразование «под человека» (знак «-»). Исключение может быть допущено только для оправданных и обоснованных мер по защите и охране самого человека и созданных им сооружений, которые необходимы для предотвращения стихийных бедствий, гибели людей и значительного экономического ущерба.

Нельзя включать в число положительных воздействия, которые, несмотря на благие намерения улучшить качество окружающей среды, «оптимизировать» ее, наносят ей значительный ущерб (например, бездумная мелиорация, в результате которой на месте болот образуются малопригодные для сельского хозяйства земли, а прочим сферам деятельности человека наносится ущерб).

Под оптимизацией природной среды чаще всего понимают изменение ее отдельных свойств и качеств, обычно направленное на достижение каких-либо сиюминутных выгод в определенной сфере деятельности человека, не приводящее при этом к действительному «улучшению» природы.

Но и антропогенные воздействия, входящие в систему экологических отношений между САВ и ОАВ, отнюдь не всегда негативны для последней стороны; например, Э.Б. Алаев (1983) выделяет отношения совместимости и несовместимости, отталкивания и притяжения. Поэтому с методологической точки зрения, для эколога важно не только определить характер последствий антропогенных воздействий, но и дать рекомендации по их возможному изменению, и если не ликвидировать полностью негативные последствия для объекта воздействия, то по крайней мере свести их к минимуму. Например, экологическое обследование и паспортизация ТЭС на газе на п-ове Ямал в районе Бованенковского месторождения показало, что для резкого уменьшения концентрации загрязняющих веществ в приземных слоях воздуха вокруг ТЭС достаточно лишь на 10

м увеличить высоту дымовой трубы, что снизит концентрацию оксидов азота до уровня ниже ПДК.

Положительными антропогенными воздействиями следует считать те, которые: а) направлены на улучшение окружающей среды в уже преобразованных человеком ландшафтах; б) исправляют последствия его жизнедеятельности в результате более полного и всестороннего учета всех естественных факторов и более тщательного «вписывания» в их естественную структуру ранее неудачно спроектированных САВ; в) выполняют природоохранные и защитные (от окружающей среды или человека) функции. К ним относятся: архитектурно-ландшафтная организация, реорганизация населенных пунктов и рекреационных зон, меры по защите от наводнений, селей, землетрясений и других природных и антропогенных катастроф, рекультивация земель, очистка вод и воздуха, создание новых и расширение старых заповедников и заказников, а также водоохраных зон, лесопосадки, почвозащитные меры, укрепление берегов рек, морей, озер и водохранилищ, закрепление подвижных песков и многое другое. Если эти воздействия не приводят к нежелательным и непредвиденным последствиям (побочным эффектам), то их результаты могут быть названы положительными.

Критерий разделения отрицательных антропогенных воздействий – степень вызванных ими нарушений окружающей среды. В порядке снижения этой степени выделяют прямые (замещения и изменения) и косвенные (загрязнения) воздействия. Прямые воздействия приводят к наиболее существенным и очевидным последствиям.

Самые мощные из них заключаются в полном замещении всех геокомпонентов, включая литогенную основу ландшафтов (на искусственные материалы и техногенные отложения – техногенно-измененные, техногеннопереложенные и техногеннообразованные) и естественный рельеф земной поверхности (на техногенные формы и рельефоиды). Такие экстремальные воздействия обычно сопровождаются принципиальными изменениями микроклимата (в связи с модифицировавшимися местоположением, альбедо, растительным покровом, сопутствующим тепловым загрязнением и др.), поверхностных и грунтовых вод (в связи с изменением инфильтрации атмосферных осадков, стока по земной поверхности и его подземной канализацией), почвенно-растительного покрова и животного мира.

Другой результат прямого антропогенного воздействия – замещение биотических компонентов ландшафта без существенной трансформации его литогенной основы и рельефа. Отрицательные воздействия этой категории, обычно сельскохозяйственные, приводят к смене растительности, животного мира, преобразованиям почвенного покрова (истощение, эрозия почв и др.) и вместе с тем не нарушают обусловленную рельефом земной поверхности структуру геосистем. В связи с этим не трансформируется естественное обусловленное данной структурой распределение и перераспределение в них тепла, влаги и различных (химических, радиоактивных и др.) компонентов.

В результате замещений геокомпонентов исходный естественный (природный) ландшафт заменяется на естественно-антропогенный (природно-техногенный), либо антропогенный (техногенный).

Кроме замещения в качестве прямого отрицательного антропогенного воздействия выступают качественные изменения: а) местных климатических условий; б) местных гидрологических условий; в) условий и факторов развития литодинамических процессов (эрозионных, термокарстовых, дефляционных и др.), приводящие к непосредственно наблюдаемому качественному изменению экологических свойств

геокомплекса в целом. «Временные требования по охране ОС», утвержденные Министерством природных ресурсов РФ, относят изменения к разряду нарушений природной среды – прямому или косвенному изменению элементов окружающей природной среды (по форме, структуре, численности и т.д.) в результате деятельности человека.

К практически повсеместным косвенным антропогенным воздействиям относятся различные виды загрязнений окружающей среды (радиоактивное, тепловое, шумовое, электромагнитное, химическое, биологическое и др.) и всех категорий ландшафтов, в том числе и относящихся (с определенной долей условности) к естественным. Согласно вышеуказанным требованиям загрязнение определяется как «введение в среду в результате человеческой деятельности прямо или косвенно веществ и энергий, приводящее к вредным и подчас необратимым последствиям, таким, как нанесение ущерба живым ресурсам и здоровью людей, создание помех производственной деятельности, ухудшение качества среды и ее эстетической ценности» (1991).

Практически везде проявляется химическое загрязнение, а также широко распространены места повышенной концентрации техногенных радионуклидов. Более локализованы своеобразные «острова тепла» – места теплового загрязнения среды крупными энергетическими, металлургическими, химическими, целлюлозно-бумажными предприятиями и населенными пунктами, а также места накопления вокруг них твердых бытовых и промышленных отходов. Соответственно этому различают фоновые и очаговые антропогенные воздействия и соответствующие им экологические последствия. Ареалы последних в пределах РФ занимают весьма значительные площади: например, ареалы деградации и переруба лесов составляют более 500 тыс. км<sup>2</sup>; земель, нарушенных горными работами, – около 160 тыс. км<sup>2</sup>; истощения и загрязнения внутренних вод – более 400 тыс. км<sup>2</sup> («Выделение районов экологического кризиса», 1992).

Только в России в одну только воздушную среду ежегодно поступает несколько десятков миллионов тонн разнообразных вредных веществ от всевозможных промышленных источников. Особую роль играет загрязнение окружающей среды радиоактивными отходами. Населенные пункты и сельскохозяйственное производство поставляют в окружающую среду химические и биологические отходы сточных и дренажных вод.

### 3.2. Деградация лесов

*Антропогенное воздействие* – деятельность, связанная с реализацией экономических, военных, культурных и других интересов человека, изменяющая окружающую природную среду. Подавляющая часть антропогенных воздействий носит целенаправленный характер: разрушение естественных экосистем, потеря биологического разнообразия, нарушение потоков энергии, нарушение круговоротов веществ.

Наиболее явно отрицательная деятельность человека выражается в *разрушении природных экосистем*. Для своих нужд человек за 8-10 тыс. лет (с начала примитивного земледелия и конца 19-го века) разрушил 20% естественных экосистем суши, основную часть из которых составляли наиболее продуктивные лесные и лесостепные экосистемы. В течение 20-го столетия было разрушено еще 43% площадей континентов. Ненарушенные территории на планете занимают около 37% или 94 млн. км<sup>2</sup>. Остальная ее часть в той или иной степени подверглась антропогенному

воздействию. Кроме того, вследствие загрязнения катастрофически быстро разрушаются естественные экосистемы мирового океана.

Наиболее показательное антропогенное воздействие на примере *деградации лесных сообществ*. Воздействие человека на леса и вообще на весь растительный мир может быть прямым и косвенным. К прямому воздействию относятся: 1) сплошная вырубка лесов; 2) лесные пожары и выжигание растительности; 3) уничтожение лесов и растительности при создании хозяйственной инфраструктуры (затопление при создании водохранилищ, уничтожение вблизи карьеров, промышленных комплексов); 4) усиливающийся пресс туризма. Косвенное воздействие – это изменение условий обитания в результате антропогенного загрязнения воздуха, воды, применения пестицидов и минеральных удобрений. Определенное значение имеет также проникновение в растительные сообщества чуждых видов растений (интродуцентов).

Освоение новых территорий, рубка лесов, все более частые посещения людьми природных экосистем, передобыча и перевылов ведут к сокращению численности видов, *потере биологического разнообразия*. В настоящее время под угрозой исчезновения находятся 25-30 тыс. видов высших растений, с начала 17 до конца 20-го века на Земле исчезли 68 видов млекопитающих, 130 видов птиц, 28 видов рептилий, 6 видов амфибий и 6 видов рыб. При этом освоенные человеком территории оказываются благоприятными для расселения небольшого числа видов животных: крыс, мышей, ворон, воробьев, голубей, мух, моли и т.д. Все большее распространение получают засухоустойчивые сорные растения.

Исчезновение видов снижает сложность отношений организмов в сообществе и, как следствие, увеличивает вероятность перехода экосистемы в неустойчивое состояние. Поэтому сохранение биологического разнообразия связано с охраной естественных, природных экосистем в таких объемах, которые обеспечивают регулирование и устойчивость окружающей среды. Площадь заповедных территорий должна составлять не менее 1/6 части суши Земли.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Основные методологические подходы по оценке деградации окружающей среды.
- 2) Перечислите основные причины деградации лесов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

### 4.1. Подходы и методы выделения территорий с экстремальными условиями

Классификация воздействий. Прикладную экологию, прежде всего, интересует изучение влияния условий, процессов и факторов в окружающей среде не на природные (это исследуют различные биологические, географические и геологические науки), а на антропогенные образования и явления, а также на самого человека. Исключение здесь составляют лишь те требующие постоянного внимания эколога воздействия окружающей среды на «саму себя», которые приводят к уменьшению потребляемых человеком природных ресурсов.

Главный критерий разделения воздействий окружающей среды – их результат. Положительные воздействия окружающей среды на человека включают то, что ему предоставляет природа, – все виды естественных ресурсов, используемые в самых разных сферах его жизнедеятельности. Во вторую категорию воздействий – отрицательных (негативных) входят все природные условия, процессы и факторы, которые создают опасность для здоровья человека или определяют риск в отношении сохранности рукотворных сооружений, или наносят связанный с тем и другим и с естественным сокращением ресурсов экономический ущерб (пожары лесов и торфяников, дефляция или эрозия почв, эпифитотии и эпизоотии и т. п.).

Наиболее целесообразна классификация воздействий окружающей среды по ответственному за названные положительные и отрицательные воздействия конкретным субъектам – геосферам или геокомпонентам.

Следует отметить, что воздействия окружающей среды могут быть направлены непосредственно на человека (его здоровье, рождаемость, трудоспособность и др.) или на антропогенные образования, влияя на него опосредованно через эффективность тех или иных сфер его деятельности. Воздействия, относящиеся к первой группе, изучает медицинская география или медицинская экология (именно эти исследования часто именуется «экологией человека»), подразделяя их на отрицательные (патогенные) и положительные. При этом воздействия среды на человека могут быть, во-первых, «чисто природными» по своей причине, связанные с естественными изменениями метеорологических, гидрологических и других параметров среды, а, во-вторых, отражать опосредованное влияние человека на самого себя через антропогенное изменение экологических свойств окружающей его среды. В первом случае примером исследования воздействия среды на человека может служить медицинская оценка индексов патогенности основных метеорологических факторов (В.Г. Бокша, 1989). Максимум комфортности для здоровья человека (или минимум патогенности) достигается при следующих значениях метеорологических и геофизических параметров: температура воздуха 18°C, относительная влажность 50 %, скорость ветра 0 м/с, облачность 0 баллов, изменчивость давления 0 гПа/сут, изменчивость температуры 0°C/сут, импульсивное электромагнитное поле не более 10 Вт/м за сутки, изменчивость солнечной активности (0–5)  $10^{-22}$  Вт/М<sup>2</sup> Пг'/сут при частоте 3 100 МГц. Наиболее патогенными оказываются условия при температуре воздуха выше 30°C, относительной влажности 100%, скорости ветра более 15 м/с, изменчивости давления выше 22 гПа/сут, изменчивости температуры более 12°C/сут и т.д.

Для определения степени дискомфорта климата используются различные биоклиматические показатели, в частности, такие, как индекс жесткости погоды по Бодману (S), индекс влажного ветрового охлаждения по Хиллу, удельный термодинамический потенциал воздуха и др.

Определение зональных и азональных критериев позволило районировать территорию РФ по природно-климатическим условиям жизни, которые на большей ее части могут быть охарактеризованы как дискомфортные в той или иной степени.

Если воздействие среды на человека отражает опосредованное влияние человека на самого себя через антропогенное изменение окружающей его среды, подобным примером может стать определение характера и степени влияния антропогенно обусловленных деструктивных факторов среды на здоровье. Исследования киевского НИИ общей и коммунальной гигиены показали, что наиболее существенное негативное влияние на здоровье человека оказывают (в порядке убывания степени негативного влияния): суммарное загрязнение атмосферного воздуха, присутствие пестицидов в основных продуктах питания (особенно ДДТ, гексахлорциклогексан и хлорофос), уровень шума и т.д. По имеющимся оценкам, за последние 100 лет число неблагоприятных влияний на организм человека возросло примерно в 1 млн раз.

Только количество людей, подвергшихся радиоактивному облучению в дозах, во много раз превышавших фоновые в бывшем СССР, к 1989 г. (с учетом уральской 1957 г. и чернобыльской 1986 г. аварий) достигло 520 тыс. (2-е место после Японии).

Возможна классификация всех негативных воздействий по их «сущности» (И.П.Лаптев, 1975), когда выделяются механическая (землетрясения, оползни, сели, гололед и др.), физическая (температурные колебания, молнии, замерзающая вода), химическая (выход газов на земную поверхность, обеднение кислородом водоемов), метеорологическая (дождь, снег, ветры, бури и др.) и комплексная (извержение вулканов, наводнения и др.) группы факторов, отрицательно влияющие не только на человека, но и на антропогенные (а также природные) образования.

Используемый при классификации воздействий окружающей среды подход по ответственному за воздействия геосферам или геокомпонентам аналогичен предложенному ранее критерию классификации противоположно направленных антропогенных воздействий (одинаковый принцип), что в значительной мере обеспечивает так необходимое экологии единство и целостность знания о взаимосвязанных сторонах в экологических отношениях человека с окружающей средой. Особенно интересно площадное проявление тех или иных негативных природных литосферных процессов и явлений на территории РФ. В первую очередь к ним относятся землетрясения.

Негативны для здоровья населения повышенные концентрации естественных радионуклидов (ЕРН), а также отдельных элементов в приповерхностных слоях горных пород, что обуславливает формирование опасных геохимических аномалий.

Говоря о ЕРН, нельзя обойти вниманием проблему радоноопасности. Радон как благородный газ (радон-222 или собственно радон), образующийся при распаде радия-226, являющегося промежуточным продуктом распада урана-238, был одним из первых открытых человеком природных радионуклидов. Средний приток радона из почвы в атмосферу составляет  $0,015 \text{ Бк}/(\text{м}^3 \text{ с})$ .

За счет эффекта колпака радон накапливается в жилых домах и производственных помещениях, особенно в полуподвальных помещениях и первых этажах. Приток радона из почвы и горных пород резко возрастает в зонах повышенной трещиноватости и пористости, поэтому не вызывают удивления данные о возрастании количества

онкобольных, проживающих в непосредственной близости от разломов (в так называемых геопатогенных зонах). Но, несмотря на вышеприведенные цифры, не стоит преувеличивать вклад радона в общую дозу природного радиационного облучения. Средняя мощность эквивалентной дозы излучения радиоактивных ионизирующих лучей на земном шаре в целом составляет 350 мбэр/год, но сильно варьирует в зависимости от места проживания и образа жизни: от 188 для Великобритании до 1 500 мбэр/год в индийском штате Керала (Л.П. Рихванов, 1997).

С позиций прикладной экологии нас должно интересовать не только расположение геохимических аномалий, но и специфические биологические реакции организмов, что учитывается при биогеохимическом или эколого-геохимическом районировании территории РФ по природным геохимическим особенностям.

Оценка каждого воздействия окружающей среды по его результату не должна быть излишне узкой для данного момента и данной цели; чтобы быть однозначной и не вызывать разночтений, она должна носить общий характер и учитывать все возможные последствия данного воздействия для различных сфер деятельности человека. Например, гололед может приводить не только к отрицательным последствиям – дорожно-транспортным происшествиям и травматизму, но быть и положительным – способствовать транспортировке грузов на волокушах. А оценка воздействий различных природных факторов, связанных с гидрологическими и прочими особенностями рек и речных долин на общие условия жизни людей и различные сферы хозяйственной деятельности, за редким исключением почти никогда не бывает однозначной: даже наводнения и повышенный твердый сток оказываются позитивными для определенных видов деятельности (Б.В. Воробьев, А.А. Косолапов, 1987).

При этом необходимо различать воздействия среды, вызванные естественными причинами, от воздействий, имеющих своей первопричиной антропогенную деятельность, например: кратковременное половодье и низкий уровень летней межени в среднем течении реки могут быть вызваны вырубкой леса в водоохраной зоне верховьев реки. Подобные воздействия вторичны и представляют собой реакцию окружающей среды на предшествующее антропогенное воздействие. Причинно-следственная цепочка «антропогенное воздействие – ответная реакция объектов антропогенного воздействия и т.д.» может быть достаточно длинной. Так, например, благоприятные условия среды (рельеф местности и гидрологические особенности реки) обусловили создание в определенном месте плотины ГЭС и водохранилища, которое через некоторое время привело к антропогенно обусловленному землетрясению, в результате чего плотина была разрушена, а водохранилище спущено, что повлекло за собой разрушение берегов реки и подтопление территории вниз по течению и т.д. Значительная длина подобных цепочек негативных последствий даже позволила Л.И. Мухиной и Т.Г. Руновой говорить о первичных и вторичных изменениях в природе, вызванных цепными реакциями.

Стихийные бедствия. Все воздействия окружающей среды на человека характеризуются временным интервалом воздействия, т.е. могут быть кратковременными, временными и постоянными. Быстрые негативные изменения в среде обитания, нарушение жизненных условий и хозяйственной деятельности, вызванные природными явлениями и приводящие к значительному социальному и экономическому ущербу, носят название стихийных бедствий. В зависимости от характера воздействия стихийные бедствия подразделяются (В.И. Измалков, 1994) на: а) геофизические (землетрясения, извержения вулканов); б) геологические (оползни, сели, обвалы, лавины, пыльные бури, просадки и др.); в) метеорологические (заморозки, засухи и др.); г) морские

гидрологические (цунами, тайфуны, сильное волнение, напор льдов и др.); д) гидрологические (наводнения, заторы и зажоры, повышение уровня грунтовых вод и др.); е) природные пожары (лесные, торфяные, посевов, подземных горючих ископаемых и др.); ж) инфекционная заболеваемость людей (эпидемии, пандемии и др.); з) инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных (эпизоотии); и) поражение сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями (эпифитотия, панфитотия и др.).

Отметим, что и локальные (местные) природные катастрофы наносят человеку значительный ущерб: по оценкам западных специалистов, именно они ответственны за более чем половину всех человеческих жертв из почти 4 млн человек, погибших за последние 20 лет.

Как отмечает А.Д. Арманд (1993), в последнее время штормы, циклоны, другие стихийные бедствия стали повторяться чаще, что может быть обусловлено как все усиливающимся антропогенным воздействием на окружающую среду, так и расширением «поля деятельности» (увеличение плотности населения, инфраструктуры и т.д.) для негативного воздействия природных факторов. Но известный исследователь катастроф Ли Девис, проанализировав природные катастрофы последних четырех столетий, подобного роста не отметил и указал, что последняя треть каждого столетия чревата всплесками, а начало и конец каждого столетия не сулят роста крупнейших катастроф.

Территория России также достаточно подвержена чрезвычайным ситуациям (ЧС), вызванным опасными природными процессами: к категории ЧС относят явления с числом жертв более 3 чел. или с количеством пострадавших не менее 10-15 чел., либо повлекших ущерб более 0,5 млн руб., в ценах 1992 г. В России в общее число ЧС входят: наводнения – 35 %, ураганы, смерчи, бури – 19 %, ливни – 14 %, сильные снегопады и метели – 5–7 %, сильные морозы и летние заморозки – 3 %, лавины – 2,5 %, засухи – 2%, грозы, градобития, гололед, подтопление, карстовые провалы и др. – по 1 %.

### Вопросы для самоконтроля

1) Назовите важнейшие абиотические факторы оказывающие неблагоприятное воздействие на организм человека.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.

2. *Черников, В. А., Алексахин, Р. М., Голубев, А. В.* Агрэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.

#### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4

2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ И ЗА РУБЕЖОМ**

### **5.1. Экологическая регламентация хозяйственной деятельности**

Экологическая регламентация – это определение нормы состояния экосистемы на основе анализа параметров состояния, интервалов их естественного колебания, выявления пороговых и критических величин параметров, при которых сохраняется портрет экосистемы. Таким образом, в соответствии с нашим подходом регламентируется состояние природной системы, а нормируется – воздействие на нее.

При оценке воздействия определяют экологические нормативы допустимой антропогенной нагрузки на биогеоценозы на основе экологических регламентов. Поскольку свойства экосистем в целом не сводятся к экологическим регламентам, многие авторы видят решение проблемы получения нормативов в анализе свойств экосистемы как таковой, из которых важнейшим является устойчивость, и в поиске интегральных обобщающих комплексных показателей состояния ландшафтов. Такой подход при оценке воздействия позволяет реализовать следующие этапы: оценка фактора воздействия → оценка аддитивных и неаддитивных свойств экосистемы (устойчивость) → оценка степени воздействия (изменения экосистемы).

Экологическое нормирование основано не на оценке природопользователями качества наземных и водных природных объектов, а на оценке внутренних свойств и возможностей экосистем сохранять свое состояние или утрачивать его при внешнем воздействии на них. Под оценкой воздействия нами понимается количественная (многокритериальная) оценка ответной реакции экосистемы в целом на антропогенное воздействие на основе получения антропогенно трансформированного портрета экосистемы.

Обобщение существующих подходов к проблеме экологического нормирования позволило определить два ключевых термина: «норма состояния» экосистемы и «норма воздействия» на нее.

Норма состояния – состояние экосистемы, при котором сохраняются ее структура и видовое разнообразие, не меняется режим функционирования, а интенсивность обмена веществом и энергией обусловлена естественно-исторической фазой развития природного объекта, где он реально может существовать без заметных изменений неограниченное время.

Норма воздействия – дозволенное антропогенное воздействие, при котором обеспечивается сохранение структуры и динамических качеств экосистем, устойчивости, видового разнообразия, естественного хода сукцессионных процессов, продуктивности, а также наиболее уязвимых звеньев трофических цепей. При таком понимании нормы антропогенные воздействия на экосистему не вызывают изменения ее продуктивности (трофности), качества среды, а также ее устойчивости и благополучия в целом. Норма воздействия – отклонение условий среды от типичных для классифицируемого состояния (трофность, сапробность и др.), не вызывающее выхода экосистемы за границы данного класса состояний, характеризующегося собственным набором критериев, и перехода ее в другой класс состояний или в критическую область (стрессовую зону) по совокупности факторов воздействия и развития в ней необратимых изменений.

Таким образом, условия функционирования экосистем характеризуются «нормой состояния» на основе системы критериев, позволяющих выделить границы различных состояний экосистем, и «нормой воздействия» – отклонением условий среды от нормы, не вызывающим развития в ней необратимых изменений и не выводящим экосистему за пределы ее нормы и переход в другой класс состояний.

Экология и оценка состояния экосистем. Объекты экологических исследований – это естественные и искусственные экосистемы разных уровней иерархии. Центральным вопросом экологии Ю. Одум (1975) считал ответ на вопрос: сколько организмов населяют данную местность, где и когда их можно встретить и почему? Исследование становится экологическим только после ответа на последний вопрос. Значимость природных объектов (и их свойств) с точки зрения экологии выявляется с антропоцентристских или биоцентристских позиций.

По Н.Ф. Реймерсу (1990), экологическая оценка – определение состояния среды жизни или степени воздействия на нее определенных факторов (с учетом динамики воздействия). В отличие от географов Н.Ф. Реймерс (1990) под экологической проблемой понимает любые явления, связанные с заметными воздействиями человека на природу, обратными влияниями природы на человека и его экономику, с жизненно и хозяйственно значимыми процессами, обусловленными естественными причинами. Под экологически конфликтной ситуацией понимается локальное или региональное ухудшение состояния среды жизни (загрязнение вод, воздуха, деградация почв и т.п.), рассматриваемое как общественно неоправданное или опасное (Н.Ф. Реймерс, 1990). Этот термин применяется по отношению к антропогенным, а не к природным явлениям.

Глобальная проблема – это природное, природно-антропогенное или чисто антропогенное (в том числе экономическое, социальное и др.) явление, затрагивающее мир в целом. К глобальным проблемам приближаются региональные проблемы, охватывающие крупные части биосферы (Н.Ф. Реймерс, 1990).

Отметим, что использование географами и биологами указанных выше терминов связано с ухудшением среды обитания человека и обычно ассоциируется с экологическим неблагополучием или угрозой здоровью и самой жизни. А.Г. Исаченко (1994) усматривает противоречивость употребления этих терминов в том, что «экологическая ситуация» в ряде работ отождествляется с природоохранной или экологической проблемой, но в других публикациях включает в себе ряд природоохранных проблем, их сочетаний или устанавливается по сочетанию проблем.

Внесение ясности в эти определения заключается в следующих рассуждениях. Проблема – от греческого *problema* – задача. В широком смысле – сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения, разрешения. Ситуация – сочетание условий (факторов) и обстоятельств, создающих определенную обстановку, положение. Таким образом, проблема в нашем понимании есть противоречивое сочетание и проявление факторов, условий и обстоятельств, создающих определенную обстановку, положение.

Г.Т. Фрумин (1998) так предлагает определять термин «состояние экосистемы»: это характеристика экосистемы по совокупности ее количественных и качественных биогенных, абиогенных и антропогенных показателей применительно к видам ее использования.

География и оценка состояния геосистем. В последнее время в ландшафтно-экологическом направлении географии появились термины «экологическая проблема» и «экологическая ситуация». Наиболее известна методика картографирования

экологических проблем и ситуаций, разработанная в Институте географии РАН (ИГАН, Москва). По этой методике выполнена первая в стране карта острых экологических ситуаций СССР (1988-1989). Под экологической проблемой понимается негативное изменение свойств ландшафтов, вызывающее ухудшение условий жизни и здоровья населения, истощение или потерю природных ресурсов, нарушение генофонда, уникальности и эстетической ценности ландшафтов. Экологической ситуацией авторы называют сочетание (комплекс) экологических проблем (А.Г. Исаченко, 1999). Выделяют 5 градаций остроты экологических ситуаций: конфликтные, напряженные, критические, кризисные, катастрофические.

Рискологический ряд, предложенный Б.Н. Порфирьевым (1988), представляет собой следующую причинно-следственную цепочку:

источник воздействия – опасность – риск – экологическая ситуация, где каждый источник рассматривается с точки зрения экологической опасности, а риск представляет собой вероятность сильного или резкого изменения природы в результате антропогенного воздействия. Б.И. Кочуров (2003) отмечает, что и сама экологическая ситуация создает опасность и определяет новый риск, а следовательно, и новую экологическую ситуацию. Общая экологическая оценка территории учитывает состояние здоровья, хозяйства социума и природы.

Б.И. Кочуров (2003) предлагает оценивать экологическое состояние территории в целом с помощью матрицы, где каждая экологическая проблема обозначается словесным индексом по градациям степени (интенсивности) проявления (1 – слабая, 2 – средняя, 3 – сильная). Кроме того, эти индексы ранжированы по приоритетам (с учетом последствий) и по степени значимости для остроты данной ситуации.

## 5.2. Понятие оценки, виды оценок

Истоки термина «оценка» можно найти в греческом (*kainos* – новый, *koinos* – общий) или латинском (*censeo* – делаю опись, перепись; *census* – перепись граждан) языках. Термин оценка (*estimation*) чаще встречается в эконометрике, метрологии, квалиметрии и других дисциплинах и по-разному определяется в каждой из них. Например, в метрологии оценка – это приближенное значение величины или параметра, найденного по экспериментальным данным. С помощью экономических оценок характеризуется и соизмеряется эффективность различных ресурсов. В квалиметрии реализуются методы количественной оценки качества продукции, широко применяются экспертные оценки, под которыми понимаются количественные или порядковые оценки процессов или явлений, не поддающихся непосредственному измерению.

Оценки применяются для нахождения количественных значений свойств при анализе исследуемого объекта или процесса на основе экспериментальных данных, а также на этапе построения моделей при определении численных значений существенных параметров модели по экспериментальным данным и статистическими методами. В этом случае речь идет об оценке параметров моделей.

По принятому определению ценность – антропоцентрическая категория, включающая объект и субъект оценивания. Тогда оценкой будем называть отношение субъекта к объекту оценивания, установление значимости для субъекта этого объекта (САВ) а целом или отдельных его свойств (оказываемых им ЛВ) на основе их соответствия определенным уровням или нормам (нормам воздействия). При этом исходные характеристики, определяющие уровень оцениваемого свойства – антропогенного воздействия, могут быть весьма многочисленными (число их зачастую

доходит до многих десятков наименований) и образовывать весьма сложные системы, структурированные множеством функциональных и корреляционных взаимосвязей.

Из вышесказанного ясно, что оценка антропогенных воздействий не самоцель – она необходима в связи с той ценностью, которую представляет для человека окружающая его природная (и не только) среда, а сама оценка должна проводиться на основе соответствия воздействия определенным нормам воздействия или нагрузки.

Категории воздействий. Ранее указывалось, что все отрицательные воздействия подразделяются на прямые (замещения, изменения) и косвенные (загрязнения). Говорить об оценке воздействий, подразделяют их на следующие категории:

1) общий характер процессов антропогенного воздействия, предопределяемый формами человеческой деятельности: а) изменение ландшафтов и целостности природных комплексов; б) изъятие природных ресурсов; загрязнение окружающей среды;

2) материально-энергетические характеристики (природа) воздействий; механические, физические (тепловые, электромагнитные, радиационные, акустические), физико-химические, химические, биологические факторы и агенты и их различные сочетания. В большинстве случаев в качестве таких агентов выступают эмиссии (т.е. испускания – выбросы, стоки, излучения и т.п.) различных технических источников;

3) количественные характеристики воздействия: сила и степень опасности (интенсивность факторов и эффектов, массы, концентрации, характеристики типа «доза-эффект, пороговость, токсичность, допустимость по экологическим и санитарно-гигиеническим нормам, степень риска); пространственные масштабы и распространенность (локальные, региональные, глобальные); единичность и множественность;

4) временные параметры и различия воздействий по характеру эффектов (наступающих изменений): кратковременные и длительные, стойкие и нестойкие, прямые и опосредованные, обладающие выраженными и скрытыми следовыми эффектами, вызывающие цепные реакции, обратимые и необратимые, актуальные и потенциальные; пороговость эффектов и т.д. С последним связано еще деление воздействий и их последствий на преднамеренные и непреднамеренные, попутные, побочные;

5) категории объектов воздействия: различные живые реципиенты (т.е. способные воспринимать и реагировать) – люди, животные, растения; компоненты окружающей среды (среда помещений и поселений, природные ландшафты, земная поверхность и недра, почва, водные объекты, атмосфера, околоземное пространство); изделия и сооружения.

### **5.3. Возможные подходы к оценке антропогенных воздействий**

Существуют два принципиальных подхода к оценке антропогенных воздействий: оценка интенсивности и степени воздействия базируется на возможном измерении либо 1) мощности самого воздействия, т.е. анализе свойств субъекта воздействия, либо 2) параметров, характеризующих экологическое состояние объекта воздействия – окружающей среды и ее составляющих на геотопологическом (местном, локальном) уровне (экотопов, элементарных ландшафтов). В ряде случаев непосредственная оценка самого воздействия сильно затруднена или просто невозможна, что заставляет использовать второй подход.

В процессе оценки воздействия другой подход предполагает исследование в первую очередь более устойчивых элементов действительности, чем процессы и явления, – их результатов, отражающих изменение экологических свойств, а следовательно, и экологического состояния САВ и ОАВ, а также населения. Изучение экологического состояния биотических компонентов, а также показателей здоровья и жизни населения при отсутствии возможности изучения всех конкретных экологических воздействий на них со стороны многочисленных САВ (например, в условиях крупного промышленного центра) иногда единственно возможный вариант оценки данных воздействий по их результатам.

Данный подход нашел свое отражение в положении об «экодиагностике», когда по аналогии с медициной, обследуя объект воздействия, судят о причинах, породивших те или иные последствия.

Разноплановость антропогенных воздействий и их последствий, сложность измерения и учета некоторых из них затрудняет решение задач, относящихся к обеим группам экологических проблем, – определение интенсивности воздействий, разработку нормативов предельно допустимого воздействия, а также количественную оценку уровня возможного воздействия конкретного субъекта на окружающую среду как его потенциальной экологической опасности. Для одних видов воздействий, например загрязнений, в настоящее время есть общепринятые показатели, методики их расчета, научно определенные нормативы предельно допустимого воздействия, для других – они, к сожалению, еще не разработаны.

Комплексная оценка всех антропогенных воздействий. Для интегральной оценки всех видов антропогенных воздействий на окружающую среду в пределах какого-либо региона или всей планеты в целом обычно используют косвенные оценки развития техносферы или антропосферы, например коэффициент антропогенного давления. В частности, для подобных оценок предлагается использовать либо показатели энергопотребления (для оценки техносферы)» либо показатели плотности населения (для оценки антропосферы). При этом выясняется, что данные показатели напрямую связаны с показателями антропогенного изменения естественных ландшафтов и показателями загрязнения среды.

Как считают указанные авторы, любая технология в том или ином виде использует энергию для прямого или косвенного воздействия на окружающую среду. Резкое возрастание потребления энергии началось в XX в., причем  $\frac{2}{3}$  израсходованной человеком энергии пришлось на вторую половину прошлого века. За всю историю существования человечество израсходовало около 900-950 тыс. ТВт ч (ТВт – тераватт, где *тера* – приставка, соответствующая множителю  $10^{12}$ ) энергии всех видов. Без электроэнергии невозможна жизнь современного общества.

Особенность современного потребления энергии – его неравномерность для жителей разных стран. В доисторическую эпоху каждый человек, использовавший лишь свою мускульную силу, тратил примерно одинаковое количество энергии. В наше время удельное потребление энергии неодинаково для разных стран, достигая соотношения 1:40. Например, в Норвегии на одного жителя приходится 24791,9 кВт ч электроэнергии в год, в России – 5005,1 кВт ч, а в Индии – лишь 100 кВт ч.

В связи с вышеизложенным величину энергии, используемой на единицу площади территории, можно рассматривать в качестве *интегрального показателя антропогенного воздействия* (давления).

Для оценки антропогенного давления на территорию введен *коэффициент антропогенного давления* ( $K$ ), представляющий собой отношение энергопотребления на

единицу территории в данной стране к среднемировому. При подсчете потребления энергии учитываются все виды топлива (электроэнергия, вырабатываемая на гидро-, атомных, геотермальных и других электростанциях), за исключением заготавливаемого самостоятельно.

Коэффициент антропогенного давления показывает, что основной вклад в развитие экологического кризиса внесли и продолжают вносить развитые страны. Однако в настоящее время не меньшую роль в стимулировании экологического кризиса играют и некоторые государства третьего мира, известные как «маленькие драконы». Заметный вклад обусловлен крупными развивающимися странами с большим населением.

«Экологически неблагоприятные» страны, прежде всего, разрушили собственную природу, что иллюстрирует практическое отсутствие у них территорий, занятых естественными сообществами. Сравнительно высокий процент подобных территорий в Китае сохранился за счет малопродуктивных пустынь и Тибета.

Оставшиеся нетронутыми части биосферы в ряде стран взяли на себя нагрузку по стабилизации окружающей среды вместе с Мировым океаном. В Северном полушарии таких стран осталось немного. Это прежде всего Россия и Канада (для Канады  $K = 0,4$ ), где сохранились самые крупные массивы высокопродуктивных естественных лесных сообществ и ветландов, а также Алжир ( $A = 0,16$ ), где ненарушенными остались в основном малопродуктивные пустыни. Остальные страны Северного полушария имеют на порядок меньшие площади ненарушенных хозяйственной деятельностью земель.

#### **5.4. Нормирование допустимых уровней воздействия**

Под *качеством окружающей природной среды* понимается степень соответствия ее характеристик потребностям людей и технологическим требованиям.

В основу всех природоохранных мероприятий положен принцип *нормирования качества окружающей природной среды*. Этот термин означает установление нормативов (показателей) допустимых воздействий человека на окружающую природную среду.

Согласно природоохранному закону Российской Федерации (2002) соблюдение экологических нормативов, т.е. нормативов, которые определяют качество природной среды, обеспечивает экологическую безопасность населения, сохранение генетического фонда человека, растений и животных, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития.

Чем меньше пороговая величина экологических нормативов, тем выше качество окружающей природной среды. Нормативы качества окружающей природной среды, по мере повышения уровня развития общества, имеют тенденцию к ужесточению, т.е. к снижению порога. Основные экологические нормативы качества и воздействия на окружающую природную среду: санитарно-гигиенические, производственно-хозяйственные, комплексные.

#### **5.5. Санитарно-гигиенические нормативы**

*Санитарно-гигиенические нормативы* устанавливаются в интересах охраны здоровья и генофонда человека. Гигиеническое нормирование охватывает воздушную среду, воду, почву, производственную и жилищно-бытовую сторону жизни. Главные гигиенические нормативы: ПДК и ПДУ. Величины ПДК и ПДУ устанавливаются

медиками в ходе длительных экспериментов на лабораторных животных и добровольцах.

**Предельно-допустимая концентрация загрязняющего вещества (ПДК з.в.)** – такие концентрации вредных веществ, которые при поступлении в организм в течение всей жизни не оказывают влияние на здоровье человека и не вызывают неблагоприятных последствий у его потомства.

**ПДК з.в. в атмосфере** – максимальная концентрация примеси в атмосфере, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом. При нормировании загрязняющих веществ в воздухе устанавливается не менее 4 нормативных значений ПДК: 2 для рабочей зоны максимальная разовая, рассчитанная на действие в течение 20 мин при залповых выбросах (ПДК м.р.) и средне суточная для атмосферного воздуха (ПДК с.с.), 2 для атмосферного воздуха (ПДК м.р. и ПДК с.с.)

**ПДК з.в. в воде** – концентрация загрязняющего вещества в воде выше которой вода не пригодна для одного или нескольких видов водопользования. Для водной среды ПДК з.в. определяются в соответствии с видом водопользования: хозяйственно-питьевая, культурно-бытовые, рыбохозяйственное. Обычно самые низкие ПДК устанавливаются для рыбохозяйственных водоемов. Если водоем используется комплексно, то в качестве норматива берется наименьшее значение ПДК.

**ПДК з.в. в почве** – максимальная массовая доля загрязняющего почву химического вещества, не вызывающего загрязнения продуктов питания, воды и воздуха. В почве нормируются в основном, ядохимикаты и тяжелые металлы.

Предельно допустимый уровень радиационного и иного воздействия физического фактора (**ПДУ**) на окружающую среду – это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. Допустимый уровень радиационного воздействия определяется на основании норм радиационной безопасности. Установлены допустимые уровни воздействия шума, вибрации, магнитных полей и др.

## 5.6. Производственно-хозяйственные нормативы

**Производственно-хозяйственные нормативы** – это расчетные научно-технические нормативы, которые устанавливаются для каждого вещества-загрязнителя и для каждого предприятия в отдельности. Основой для расчета производственно-хозяйственных нормативов служит величина ПДК з.в. Основные производственно-хозяйственные нормативы – это ПДВ и ПДС.

**ПДВ** – норматив предельно допустимого выброса вредного вещества в атмосферу в единицу времени (г/сек или кг/год), который с учетом работ расположенных рядом предприятий и рассеивания вещества в атмосфере создает приземную концентрацию, не превышающую его ПДК для населения, животного и растительного мира.

**ПДС** – норматив предельно допустимого сброса загрязняющего вещества в поверхностный водоем. Это максимально допустимая масса вещества в воде, возвращаемой в водный объект в данном пункте в единицу времени, при котором не происходит нарушения норм качества воды.

В случае, когда на уже действующем предприятии невозможно снизить выбросы или сбросы загрязняющих веществ, а предприятие не может быть ни остановлено, ни переквалифицировано, используется метод поэтапного снижения загрязнения. Для

этого на время изменения технологии производства или строительства очистных сооружений (но не более чем на 3 года) устанавливаются лимиты на выброс или сброс загрязняющего вещества. При этом используются экономические санкции в виде значительно большей платы за выбросы и сбросы (в 5 раз).

Для промышленных предприятий, ведущих эксплуатацию природных ресурсов устанавливаются допустимые изъятия компонентов природной среды.

Для промышленных отходов обычно устанавливаются нормативы: предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах и ЛРО.

**ЛРО** – лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которые размещаются определенным способом на определенный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

К комплексным показателям относятся допустимые нормы антропогенной нагрузки и емкость природной среды.

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

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

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Цели экологической регламентации.
- 2) Основные методологические принципы установки оценки состояния окружающей среды.
- 3) Понятие качество среды.
- 4) Каковы механизмы и цель установления норм качества среды.
- 5) Санитарно-гигиенические нормативы: установление, основные типы для воды, воздуха и почвы.
- 6) Производственно-хозяйственные нормативы: установление, основные типы, условия соблюдения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА

### 6.1. Оценка воздействия на окружающую среду

*ОВОС – структурированный процесс учета экологических требований в системе подготовки и принятия решений о хозяйственном развитии.*

Цель проведения ОВОС состоит в подготовке экологически обоснованных хозяйственных и иных решений. Оценка воздействия планируемой и проектируемой деятельности на окружающую среду, в том числе на стадии инвестиционных проектов – важные этапы экологического проектирования объектов (в отличие от экологического аудита, цель которого состоит в оценке воздействия на окружающую среду действующих производств).

Основные принципы оценок воздействия и проведения ОВОС:

- *упреждение или превентивность* (процесс ОВОС должен проводиться с ранних стадий подготовок решений по объекту), суть этого принципа – не допустить неблагоприятного воздействия на окружающую среду планируемого вида хозяйственной деятельности;

- *соучастие общественности* (это одно из главных условий проведения ОВОС с целью выработки решения о хозяйственном развитии, которое может оказать воздействие на окружающую среду);

- *открытость информации* при подготовке решения о реализации хозяйственной деятельности, то есть информация должна быть доступна для всех заинтересованных сторон;

- *интеграция* (все аспекты планируемой деятельности – социальные, экологические, медико-демографические, технические, природно-климатические, экономические и др. должны рассматриваться во взаимосвязи);

- *достоверность* (включая степень детализации ОВОС, необходимой для определения экологической значимости воздействия на природу, население и хозяйство);

- *совместимость* (планируемая деятельность не должна приводить к уменьшению экологического разнообразия, снижению биопродуктивности, ухудшению жизненно важных свойств природных комплексов биосферы);

- *последовательность действий* в осуществлении этапов, процедур и операций;

- *гибкость* (процесс ОВОС может варьироваться по масштабам, глубине и системе).

Область применения ОВОС, обязательность и полнота ее этапов и процедур для различных видов деятельности являются предметом договоренности в обществе. Этот вопрос решается в различных странах по-разному, в зависимости от остроты экологической ситуации, отношения общества к этим вопросам, а также *системы принятия решений*.

Согласно Закону РФ «Об экологической экспертизе», вся документация государственной экологической экспертизы должна содержать материалы оценки воздействия на окружающую среду.

Как правило, при проведении ОВОС придерживаются следующего подхода:

- 1) Выделение видов обосновывающей документации, в которые закладываются основные решения о развитии хозяйственной деятельности: концепций, программ (в

том числе инвестиционных) и планов отраслевого и территориального социально-экономического развития, схем комплексного использования и охраны природных ресурсов, градостроительной документации, документации по созданию новой техники, технологии, материалов и т. д., предпроектных обоснований инвестиций в строительство, технико-экономических обоснований и проектов.

2) Составление перечней объектов и видов хозяйственной деятельности, для которых при подготовке обосновывающей документации на строительство ОВОС проводится в обязательном порядке или не проводится совсем (в России – в полном объеме только для 33 объектов и видов деятельности; в других случаях – по решению территориальных органов Минприроды или по настоянию общественности, с учетом наличия территорий с особым правовым статусом и т. д.).

## **6.2. Участники и исполнители ОВОС и их функции**

*К участникам* ОВОС относятся представители инициатора намечаемой деятельности, органов власти (местного самоуправления) и общественности. *К исполнителям* – заказчик, разработчик решений по объекту, изыскатели, подрядчики работ по ОВОС.

*Инициатор деятельности* – юридическое или физическое лицо, заявившее о своем намерении вести хозяйственную деятельность, а также осуществляющее инвестиции в подготовку и реализацию этой деятельности.

Позицию инициатора намечаемой деятельности обеспечивают также заказчик, подрядчик работ по ОВОС, разработчик решений по объекту, изыскатель, подрядчик работ по проведению научных исследований. В процессе ОВОС они выполняют роль исполнителей этапов, процедур и операции

*Органы власти* – сформированные по закону органы законодательной, представительной или исполнительной власти или местного самоуправления.

Выдавая инициатору разрешение на осуществление хозяйственной деятельности, эти органы берут на себя ответственность за то, что намечаемая инициатором деятельность не повлечет за собой негативных последствий. В связи с этим в рамках ОВОС в соответствии с действующим законодательством РФ и ее субъектов органы власти осуществляют следующие функции:

- принимают решения о согласии (или отказе) на подготовку заказчиком предложений по обоснованию намечаемой деятельности;
- определяют границы затрагиваемого района, в котором должны быть проведены исследования в связи с возможным воздействием будущего объекта на окружающую среду;
- принимают решения о предварительном резервировании и изъятии земельного участка для проведения проектно-изыскательских работ по обоснованию намечаемой деятельности;
- устанавливают место и время проведения общественных слушаний, способы информирования общественности и местного населения о намечаемой деятельности;
- информируют население о принятом решении;
- принимают решение о выдаче лицензии на комплексное природопользование.

*Общественность* – одно или несколько физических или юридических лиц. Общественность и местное население представляют ту позицию в обществе, которая может выявить реальные последствия осуществления намечаемой деятельности в условиях конкретной территории. Для выполнения этой важнейшей функции они

должны иметь возможность знакомиться с проектом, требовать представления дополнительной информации, участвовать в проведении общественных слушаний, создавать временное общественное объединение в целях более полной оценки данного хозяйственного проекта, знакомиться с окончательным решением, принятым органом государственной власти или местного самоуправления по проекту.

*Заказчик намечаемой деятельности* – это ключевая фигура среди исполнителей ОВОС, который по поручению инициатора обеспечивает всю подготовку к реализации намечаемой деятельности, включая подготовку и представление документов в рамках ОВОС, организацию проведения необходимых изысканий и исследований, утверждения проекта (при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы и др).

*Разработчик* – проектная, научно-исследовательская или любая другая компетентная организация, осуществляющая разработку решений по объекту и подготовку обосновывающей документации на реализацию намечаемой деятельности.

*Изыскатель* – научно-исследовательская и/или инженерно-изыскательская организация, осуществляющая по заказу научные, инженерные, исследовательские работы, необходимые для разработки решений по объекту и подготовки экологических условий для реализации планируемой деятельности, а также для разработки обосновывающей документации. Для этого заказчик и разработчик должны своевременно и достаточно полно выставить требования к проведению изысканий и научных исследований.

*Подрядчик работ по ОВОС.* Эту позицию может занимать как организация, специализирующаяся на проведении ОВОС, так и разработчик обосновывающей документации – достаточно лишь владеть технологией ОВОС.

Подрядчик работ по ОВОС по поручению заказчика обеспечивает: ведение процесса ОВОС в соответствии с установленными нормами и правилами; координацию действий в рамках ОВОС и увязку интересов исполнителей и участников процесса в осуществлении деятельности инициатора; оформление документов, вырабатываемых в процессе ОВОС.

### 6.3. Методы ОВОС

При оценке воздействия технического объекта на окружающую среду используется вся совокупность частных и общих методов географических, инженерно-геологических, экологических исследований, которые дополняются математическими методами, моделирования процессов и т. д.

При этом на первый план выступает прогнозирование. ОВОС включает не только физико-географический, но и инженерно-геологический, экономический, социальный прогнозы. Это составляет предмет специальных дисциплин.

В общем виде следует отметить, что методы прогнозирования подразделяются на интуитивные (экспертные) и формализованные (фактографические). *Экспертные* оценки применяют, когда об объекте оценивания нет достоверных сведений или не известны количественные зависимости между прогнозируемыми процессами и явлениями. Экспертные оценки широко применяются при анализе альтернативных проектов, определении экологического риска, в том числе и по отдаленным последствиям воздействия.

Среди прогнозных методов распространены *экстраполяция и прогнозирование по аналогии.*

Метод географических аналогий получил наибольшее развитие в 70-80-е годы XX века при прогнозировании последствий создания крупных водохранилищ и мелиоративных систем.

Прогнозирование по аналогиям позволяет:

- определить размеры зон и поясов влияния технических сооружений на отдельные компоненты природно-территориального комплекса и на природные компоненты в целом;
- наметить основные тенденции в изменении отдельных компонентов природы по сезонам года и в зависимости от специфики проектируемого объекта;
- выявить временные стадии развития процесса влияния проектируемого объекта.

Различают следующие основные взаимодополняющие *методы проведения ОВОС*: матричный метод, метод сопряженного анализа карт, система потоковых диаграмм, метод имитационного моделирования, метод экспертных групп.

Выделяют пять последовательных этапов оценки экологических последствий от функционирования проектируемых объектов:

1) *Природная оценка* – соотнесение прогнозируемых изменений в процессах с теми же процессами и свойствами зональных аналогов вне сферы антропогенного воздействия.

2) *Специальная природная оценка* – это оценка изменения природных характеристик по отношению к другим, что дает возможность из всего многообразия процессов и явлений, претерпевающих изменения в зонах влияния, отобрать для последующей технологической оценки наиболее существенные и важные.

3) *Технологическая оценка* – специальные виды оценивания: по отношению к нормативам сырья и материалов, нормативам землеемкости, отходности, ресурсоемкости, санитарно-гигиеническим и т. д.; технологическая оценка чрезвычайно многопланова, она производится на различных стадиях проектирования.

4) *Экономическая оценка* – включает определение прямого ущерба, или эффекта от улучшения, функционированию отраслей хозяйства, состоянию производственных и природных ресурсов, затрат на компенсацию негативных воздействий и т. д.

5) *Социальная оценка* санитарно-гигиенических, эстетических, психологических условий – это, например, нормы химического, шумового, радиационного загрязнения, качество питьевой воды, состояние зеленых насаждений, благоустройство территорий и т. д., которые могут повлиять прежде всего на состояние здоровья людей.

При экологических оценках широко используются приемы и методы биотестирования, ландшафтной индикации загрязнения, геохимии техногенеза, экологической геохимии, химии окружающей среды, социально-экологических и медико-биологических исследований.

#### **6.4. Исследования по оценке воздействия на окружающую среду**

*Исследования по оценке воздействия* на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности включают:

- определение характеристик намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможных альтернатив (в том числе отказ от деятельности);
- анализ состояния территории в рамках географического охвата ОВОС (состояние природной среды, наличие и характер антропогенной нагрузки, экологическая ситуация и т. д.);

- выявление возможных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности (вероятности возникновения риска, степени, характера, масштаба, зоны распространения воздействий, а также прогнозирование экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий);

оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;

- определение мероприятий, предотвращающих негативные воздействия;
- сравнение по ожидаемым экологическим и другим последствиям, рассматриваемых альтернативных вариантов;
- разработка предложений по экологическому мониторингу и контролю на всех этапах реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности;
- разработка рекомендаций по проведению после проектного анализа реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

### **6.5. Содержание проекта заявления о воздействии на окружающую среду**

Описательный этап в оценке состояния окружающей среды проводится на основании данных экологического мониторинга, фондовых и литературных источников с привлечением экспертов по отдельным вопросам:

*1. Описание состояния окружающей среды в районе реализации намечаемой деятельности, где инициатору предложен земельный участок включает:*

- земельные ресурсы;
- климатические факторы;
- почвенные факторы;
- геологические и инженерно-геологические факторы;
- гидрогеологические факторы;
- геоморфологические факторы;
- гидрологические факторы;
- биологические факторы.

При этом выявляются характерные для данной территории природные условия их сочетание и т. п.; детальность исследования определяется на стадии выбора площадки и подразумевает наличие информации о видах и характере предполагаемого воздействия на окружающую среду

*2. Сбор и анализ нормативных правовых актов в области регулирования природопользования и охраны окружающей среды.*

Стандарты качества окружающей среды выступают как критерии ее состояния и определяются предельно допустимыми нормами вредных воздействий, превышение которых создает угрозу для здоровья человека и биоты ландшафта. При этом нормативы качества можно разделить на три группы:

- санитарно-гигиенические нормативы: нормы предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе, воде, почве (ПДК);
- нормативы, устанавливающие требования к источнику вредного воздействия: нормативы предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) и предельно допустимых сбросов в водные объекты (ПДС); нормативы допустимых уровней вредных физических воздействий; разрешение на вывоз и захоронение твердых отходов;
- нормы и правила, регламентирующие различные виды деятельности, включая использование ресурсов и охрану природы (предельно допустимые нагрузки на

окружающую среду; регламентирование рационального использования природных ресурсов; разрешение на землепользование и лесопользование; установление квот вылова рыбы и отстрела диких животных; строительные и градостроительные правила; нормативы санитарно-защитных зон (СЗЗ); экологические требования к технике, технологии и т. д.).

Разработка ПДВ и ПДС осуществляется как в рамках процесса проектирования, так и для действующих производств. Порядок разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов обеспечены соответствующими законодательными и нормативными актами.

*Нормирование санитарных и защитных зон* заключается в определении их размеров, охранных функций и режима природопользования (в СЗЗ запрещается проживание людей, размещение детских, лечебно-оздоровительных учреждений, парков и спортивных комплексов; концентрация вредных выбросов на внешней границе зоны не должна превышать ПДК для атмосферного воздуха населенных мест).

*3. Выявление возможных воздействий на окружающую среду реализации альтернативных решений по объекту.*

Виды воздействия на окружающую среду определяются, исходя из следующих двух классификационных признаков:

*Привнес в окружающую среду* загрязняющих веществ; радиоактивных веществ и излучений; шума и вибрации; тепла; электромагнитных излучений и т. д.

*Изъятие из окружающей среды* земельных ресурсов; водных ресурсов; полезных ископаемых; ресурсов флоры и фауны; местообитаний популяций ценного вида растительного и животного мира.

*4. Формирование экспертных оценок* изменения окружающей среды в зоне размещения объекта *по альтернативным решениям*. При этом все данные должны быть максимально возможно выражены в количественных оценках.

В начале проведения ОВОС зачастую невозможно применять точные методы прогноза изменений состояния окружающей среды, в этом случае достаточно *экспертных прогнозных оценок*

*5. Анализ возможных экологических и других последствий по альтернативным решениям по объекту.*

Полученные экспертные оценки изменений состояния окружающей среды являются основой для предсказания экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий. Критериями выявления таких последствий могут быть:

На основе всей выбранной экологической информации заказчик разрабатывает предложения к мероприятиям по предотвращению неблагоприятных воздействий реализации объекта на окружающую среду.

Обязательным этапом заявления о воздействии на окружающую среду является составление документации содержащей результаты прогноза изменений окружающей среды, анализа экологических последствий аварийных ситуаций. При этом учитываются ранее сделанные экспертные оценки, а также инструктивно-методические материалы, утвержденные в установленном порядке.

## 6.6. Государственная экологическая экспертиза

*Экологическая экспертиза* – это установление соответствия намечаемой хозяйственной и иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта экологической экспертизы.

Экологическая экспертиза – это самостоятельный вид государственного экологического контроля, она имеет превентивное (упреждающее) значение, так как совершается до начала деятельности объекта, а также выступает гарантом выполнения экологического законодательства.

*Виды экологической экспертизы:* государственная экологическая и общественная экологическая экспертизы. Помимо этих юридически обоснованных экспертиз, реально существуют ведомственная, научная и коммерческая экологические экспертизы.

*Принципы экологической экспертизы* сформулированы в законе «Об экологической экспертизе» и выражают сущность и социальное назначение экспертизы, основы ее правового регулирования и осуществления. Принципы должны соблюдаться всеми участниками экспертного процесса, включая заказчика планируемой деятельности, проектные органы, органы экспертизы и общественные организации.

*Принципы государственной экологической экспертизы:*

- Презумпция потенциальной экологической опасности любой планируемой хозяйственной деятельности;

- Обязательность проведения экспертизы;
- Комплексность оценки воздействия на окружающую среду хозяйственной или иной деятельности;
- Обязательность учета требований экологической безопасности;
- Достоверность и полнота информации, представляемой на экспертизу;
- Независимость экспертов экологической экспертизы;
- Научная обоснованность, объективность и законность экспертных заключений;
- Гласность, участие общественных организаций, учет общественного мнения;
- Ответственность участников экологической экспертизы и заинтересованных лиц за организацию, проведение и качество экологической экспертизы.

*Процедуры проведения экспертизы.* Расходы по проведению экспертизы несет проектная организация. Состав экспертной комиссии утверждается приказом Министра природных ресурсов или руководителей отделений Минприроды в субъектах федерации.

В составе экспертной группы работают, как правило, специалисты разных отраслей науки и техники. В состав экспертной комиссии могут включаться штатные работники Минприроды. Общая численность экспертов проектов малой сложности обычно составляет менее 10 человек, средней сложности – до 25-30 человек, а сложных проектов – около 100 человек. Пример самой большой экспертной комиссии: комиссия по рассмотрению территориальной комплексной схемы охраны природы озера Байкал и его бассейна – состояла из 186 человек.

*Срок проведения экспертизы:* для простых проектов до 30 дней, средней сложности – до 60 дней, для сложных проектов – до 120 дней (как исключение, сроки могут быть продлены до 6 месяцев).

*Первый этап работы* экспертной комиссии: проведение совместного заседания с обсуждением ключевых вопросов, в том числе и с проектировщиками.

*Второй этап* – рассмотрение проекта экспертами по рабочим группам. Этот этап завершается составлением индивидуальных заключений экспертов, которые передаются руководителю группы.

*Третий, четвертый этапы* – составление сводного заключения на базе заключения отдельных групп.

*Сводное заключение* – это нормативный документ, имеющий свою структуру:

- вводная часть. Состав комиссии. Перечень представленных проектных материалов;
- история вопроса (проекта);
- характеристика проекта и альтернативных вариантов;
- оценочная (аналитическая) часть по основным группам экспертной комиссии;
- результирующая часть – замечания и предложения;
- выводы.

Основные положения проекта сводного заключения доводятся до сведения проектной организации.

После заключительной корректировки и редактирования в ряде случаев созывается пленарное заседание экспертной комиссии. Окончательное заключение может быть либо положительное, либо отрицательное. Если мнение экспертов в оценке проектов разошлись, то решает квалифицированное большинство.

Отрицательное заключение может быть двух видов: а) о недопустимости реализации проекта ввиду несоблюдения требований экологической безопасности; б) о необходимости доработки представленных материалов проекта по замечаниям и предложениям. В этом случае заказчик вправе представить материалы на повторную экспертизу при условии их переработки с учетом замечаний, изложенных в Сводном заключении. Заключение государственной экологической экспертизы может быть оспорено в служебном порядке.

*Общественная экспертиза* стала приобретать в России все большее значение. Имеют место два вида общественной экспертизы: первый вид – это общественная экспертиза стихийно организовавшихся групп населения как правило, проживающих в одном районе и испытывающих непосредственно на себе негативное влияния загрязняющих производств (следует иметь ввиду, что иногда решения стихийной общественной экспертизы не учитывают общие региональные или всероссийские интересы); второй вид – организованная местными властями по инициативе отдельных граждан, общественных организаций – общественная экспертиза с привлечением профессионалов-экспертов. Следует отметить, что решение таких экспертиз обычно носит рекомендательный характер.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Цели и задачи ОВОС.
- 2) Участники и исполнители ОВОС и их функции.
- 3) Перечислите основные методы ОВОС.
- 4) Охарактеризуйте основные направления антропогенного воздействия на окружающую среду.
- 5) Содержание проекта заявления о воздействии на окружающую среду.
- 6) Государственная экологическая экспертиза: цели и задачи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Черников, В. А., Алексахин, Р. М., Голубев, А. В.* Агрэкология / Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.

### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

### 7.1. Понятие и задачи мониторинга

**Экологический мониторинг** – комплексная система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния биосферы или ее отдельных элементов под влиянием антропогенных воздействий.

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 природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

### 7.2. Классификация видов мониторинга

Объектами мониторинга в первую очередь 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, радиоактивные излучения, солнечная радиация, акустические шумы и 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:

**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 различаться 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).

В зависимости от принципа классификации имеются различные системы мониторинга. Наиболее универсальным является комплексный экологический мониторинг окружающей среды. **Комплексный экологический мониторинг** окружающей среды – 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.

### **7.3. Исследование влияния антропогенных факторов на экосистемы различных уровней с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу**

Установление пороговых эффектов токсикологического воздействия в системах «токсикант – окружающая среда», «токсикант – живой организм», «доза – ответная реакция» необходимо для проведения природоохранных мер и обеспечения экологической безопасности. Исследованиями токсичности и канцерогенности различных соединений, поведением токсикантов в окружающей среде, механизмов их локализации и т. п. занимаются в рамках нового направления – *экотоксикологии*. Одной из основных задач, решаемых здесь, является определение той дозы вредного вещества, которая способна нанести ущерб здоровью.

При организации и проведении экотоксикологического мониторинга необходимо учитывать специфику токсикантов.

Вещества, чужеродные для данного организма или сообщества организмов, могущие вызывать нарушения биотических процессов, заболевания и гибель живых организмов получили название *ксенобиотиков* или *экоксикантов*. В свою очередь, *вредное вещество* – это нехарактерный, несвойственный природным экосистемам ингредиент, но по каким-либо (часто искусственным) причинам присутствующий там и оказывающий негативное влияние на живые организмы.

По химической природе токсиканты бывают *органического* и *неорганического* происхождения. К органическим относятся фенолы, амины, нефтепродукты, формальдегид, бенз(а)пирен, нитросоединения, поверхностные вещества и др.; в группу неорганических входят кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, никель, бор, марганец, селен, хром и др.

По признаку опасности в окружающей среде неорганические токсиканты подразделяют на три класса:

1. Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор.
2. Бор, никель, кобальт, молибден, медь, сурьма, хром.
3. Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Воздействие загрязняющих веществ на организм может происходить различными путями. *Цитотоксическое воздействие* характеризуется изменением проницаемости клеточных мембран, нарушением функционирования ферментативных систем клеток. *Тератогенное воздействие* вызывает трансформацию генов, а *генетическое воздействие* – мутагенез.

Наиболее высокой токсичностью и миграционной способностью отличаются тяжелые металлы (свинец, ртуть, никель, кобальт, цинк). Они отличаются высокой химической и биохимической активностью. Различные тяжелые металлы обладают избирательной способностью накапливаться в тех или иных организмах и отдельных органах или системах, что является причиной возникновения патогенных состояний.

Способность металла проникать в клетку и реагировать с молекулой ДНК, вызывая хромосомные изменения, называется *канцерогенезом*. Канцерогенными веществами являются никель, кобальт, хром, кадмий, мышьяк, бериллий. При этом один и тот же металл, находясь в различных химических соединениях, обладает разными свойствами в отношении биодоступности. Например, соли шестивалентного хрома гораздо легче проникают в клетки, чем соли трехвалентного хрома, поэтому отличаются гораздо более выраженным канцерогенным эффектом.

Вовлечение загрязнителей – тяжелых металлов – в клеточный метаболизм приводит к биохимической трансформации белков и нуклеиновых кислот, результатом чего являются аллергические реакции. Физическое нарушение упорядоченности ферментных систем препятствует образованию АТФ.

В природных экосистемах одним из наиболее токсичных соединений является ртуть, а точнее ее соединения. Наиболее токсичны для организмов ртуть-органические соединения, которые концентрируются в гидробионтах. Дело в том, что в природных средах ртуть быстро переводится микроорганизмами в метилртуть – жирорастворимое, устойчивое и очень ядовитое вещество.

Передвигаясь по пищевой цепи, ртуть концентрируется в органах хищных рыб и млекопитающих, вызывая их заражение и гибель. Поэтому необходимо проводить всесторонний анализ поведения загрязнителей в природной среде. В настоящее время определенно установлено токсическое действие многих соединений тяжелых металлов и те заболевания, которые они вызывают.

Но роль тяжелых металлов неоднозначна: с одной стороны, многие из них принимают активное участие в биохимических и метаболических процессах, с другой стороны, при повышенных концентрациях являются токсичными для живых организмов. Так, например, пониженное содержание селена приводит к мышечной дистрофии у животных и человека; в то же время при повышенных его концентрациях у крупного рогатого скота возникает хромота, выпадение шерсти, болезни дыхательных путей, истощение.

Недостаток фтора способствует появлению кариеса зубов; при его избытке флюороз появляется даже у маленьких детей. Нарушение нормальных функций щитовидной железы у человека и домашних животных наблюдается при дефиците йода. Свинцовое отравление характеризуется ярко выраженным нарушением деятельности почек и нервной системы, задержкой синтеза протеина. Такие примеры можно продолжить.

Для понимания миграционных процессов и оценки токсичности тяжелых металлов необходимо не просто определить их содержание в исследуемой среде, но и дифференцировать формы металлов в зависимости от химического состава и физической структуры: окисленные, восстановленные, метилированные, хелатированные и т. п. Особую опасность представляют лабильные, подвижные формы, для которых характерна высокая биохимическая активность и способность накапливаться в биоте.

Тяжелые металлы поступают в окружающую среду естественным и техногенным путем. Например, техногенная доля меди и цинка в атмосфере составляет примерно 75%, кадмия и ртути – 50%, никеля – 30%, кобальта – 10%. Наиболее высокая эмиссия

в атмосферу наблюдается у свинца – до 80%. Источниками техногенного поступления этих загрязнителей являются главным образом предприятия цветной и химической промышленности, автомобильный транспорт. Природные источники – пыль, лесные пожары, вулканическая деятельность и др.

В атмосферном воздухе тяжелые металлы присутствуют в форме органических и неорганических соединений в виде газа, пыли, аэрозолей. В водной среде они представлены во взвешенной, коллоидной и растворенной форме. Следует отметить, что тяжелые металлы значительно концентрируются в придонных осадках и биоте, которые интенсивно их адсорбируют из воды. Поэтому, например, при содержании ртути в воде при концентрациях 0,1-3,6 мкг/л, количество ее в донных отложениях может достигать 8-800 мкг/кг; планктон может аккумулировать загрязнители в концентрациях, кратных десяткам тысяч раз.

В подземных водах характер миграции тяжелых металлов зависит от геохимического состава вод, их кислотно – щелочных свойств. Например, в кислых и нейтральных условиях преобладают простые катионы свинца, в гидрокарбонатных водах свинец переходит в карбонатные и гидрокарбонатные комплексы и т. д.

В почвах формы нахождения, трансформации и миграции соединений тяжелых металлов зависят от физико-химических свойств почв, содержания гумусовых веществ, характера произрастающей растительности. Обычно с увеличением кислотности подвижность элементов возрастает. Здесь встречаются водорастворимые, ионообменные и непрочно адсорбированные формы; ионы тяжелых металлов могут быть связаны с почвенными минералами.

Загрязнение почвы, воды и воздуха тяжелыми металлами представляет опасность, как на локальном, так и глобальном уровнях, особенно с точки зрения попадания их в продукты питания, организм человека и животных и т. п.

Из органических соединений – загрязнителей, представляющих наибольшую опасность для человека, необходимо выделить следующие: полихлорированные диоксины, дибензофураны и бифенилы, хлор – и фосфорсодержащие пестициды, полиароматические углеводороды, нитрозамины и др. *Диоксины* привлекают в последнее время наиболее пристальное внимание специалистов-экологов. Под этим названием объединено более 200 веществ – дибензодиоксинов и дибензофуранов, в составе которых содержится хлор, и это типичные ксенобиотики, поскольку они способны легко проникать в ядра клеток живых организмов, вызывая при этом их деструкцию. Кроме того, диоксины способны активизировать другие канцерогены, вызывать тератогенные эффекты, поэтому чувствительность организма к ним очень высока, даже при ничтожно малых количествах. Происходит подавление иммунной системы, мутагенез, развиваются хронические заболевания. Острая токсичность диоксинов для некоторых животных сопоставима с токсичностью таких отравляющих веществ, как табун, зарин и зоман.

Опасность диоксинов для человека больше заключается в кумулятивном действии и отдаленных последствиях. Диоксины появляются там, где возможно соединение хлора с органическим веществом. Это происходит на промышленных предприятиях, при сжигании некоторых полимерных пленок, пластиков, резины, мусора и т. п. Сжигание мусора на мусоросжигательных заводах при пониженных температурах, отбеливание целлюлозы хлором на бумажных комбинатах, применение хлористых ядохимикатов в сельском хозяйстве, избыточное хлорирование питьевой воды и многое другое – все может приводить к образованию диоксинов.

В 1994 г. в нашей стране приняты ПДК на диоксины:

- $0,5-10 \sim 10^9 \text{ мг/м}^3$  для воздуха (в США –  $0,02-10^9 \text{ мг/м}^3$ );
- $2-10 \sim 10^8 \text{ мг/дм}^3$  для воды ( в США –  $0,013-10^8 \text{ мг/дм}^3$ ).

Нормы же на выбросы из источников в РФ пока отсутствуют.

Надо отметить, что анализы на определение диоксинов очень дорогостоящи и соответствующих лабораторий, проводящих такие определения, очень мало.

Хлорорганические пестициды (ДДТ, гексахлоран, гептахлор и др.) – также вещества, содержащие в своем составе хлор (кстати, свободный или слабосвязанный хлор не характерен для природных соединений). В силу высокой гидрофобности ДДТ и другие хлорорганические пестициды (ХОП) не могут переходить в растения через корневую систему, зато хорошо поглощаются листьями и побегами из воздуха. Также они интенсивно адсорбируются почвенным органическим веществом, донными отложениями и фитопланктоном.

Некоторые ХОП очень стабильны и не подвергаются фотохимическому разложению. Микроорганизмы используют содержащийся в них органический углерод в качестве пищи при участии ферментов, при этом могут синтезироваться вещества более токсичные, чем исходные.

Для млекопитающих и птиц ХОП опасны способностью отрицательно воздействовать на репродуктивную функцию.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) также обладают высокой канцерогенной и мутагенной активностью. В основе их строения лежит бензольное кольцо, а их образование и поступление в окружающую среду связано прежде всего с высокотемпературными процессами (лесными пожарами, сжиганием топлива, транспортными выхлопами и т. п.). В присутствии оксидов азота ПАУ образуют нитропроизводные, большинство из которых обладает канцерогенными свойствами. Сильной токсичностью обладает также бенз(а)пирен.

ПАУ могут переходить по пищевой цепи из почвы до пищи для человека. Фоновые концентрации, например, бенз(а)пирена в растениях зависят от их аккумулятивной способности. Активно его поглощают мхи и лишайники.

В 1995 г. Правительством РФ принята специальная целевая программа «Защита окружающей среды от диоксинов и диоксиноподобных токсикантов», в которой предусматриваются мероприятия по мониторингу и предотвращению опасного загрязнения окружающей среды.

Задачи, решаемые с помощью этих мероприятий:

- научно-техническое обеспечение системы наблюдений и прогнозов;
- проведение достоверной оценки качества компонентов окружающей среды в условиях природопользования;
- разработка и применение методов ранней диагностики изменений, происходящих в организмах под влиянием техногенных факторов;
- выявление источников и факторов загрязнения, а также степени их воздействия; разработка эффективных методов анализа приоритетных загрязнителей.

Применяемые при этом методы должны обладать высокой чувствительностью, поскольку обычно пределы обнаружения исследуемых веществ отличаются низким уровнем. Среди базовых методов применяются методы изолирования, очистки, качественного обнаружения, количественного определения.

Таким образом, объекты экологических исследований очень разнообразны: это почвы, воды, биологические объекты, пищевые продукты, фармацевтические препараты, средства бытовой химии, отходы и т. п.

## Вопросы для самоконтроля

- 1) Перечислите основные задачи экологического мониторинга.
- 2) Какие принципы стоят в основе классификации типов мониторинга.
- 3) Основные направления воздействия хозяйственной деятельности на природу.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

### 8.1. Тест-методы анализа состояния окружающей среды: плюсы и минусы экологического мониторинга с использованием экспрессных методов

Экологическое нормирование предусматривает не превышение предельно допустимых нагрузок (ПДН) на экосистемы, которые оцениваются методами биоиндикации и биотестирования.

Наиболее часто для создания адекватной модели реакций экосистем на совокупное воздействие антропогенных факторов используют экотоксикологические эксперименты, в основе которых лежит исследование реакций отдельных организмов на эти факторы *биотестирование*. Биотестирование позволяет получить интегральную оценку токсичности объектов окружающей среды для живых организмов на основе различных реакций *биотестов* – живых организмов, выделенных в лабораторную культуру. Это дешевый и универсальный метод в последние годы широко используется во всем мире для оценки качества объектов окружающей среды. В Дании, Германии, Франции, Ирландии, Нидерландах, Великобритании, Норвегии, Бельгии, Швеции, Швейцарии, Канаде, США, Бразилии, Японии, Австралии законодательством предусмотрено проведение токсикологической оценки сточных вод, сбрасываемых в природные водные объекты. В США создано специальное общество по биотестированию вод. Имеется международный стандарт по использованию в качестве биотестов дафний, которым пользуются в 22 странах мира.

В России с 1996 года начат эксперимент по внедрению методов биотестирования сточных вод, сбрасываемых в природные водоемы и подаваемых на сооружения биологической очистки.

Один из путей подхода к рассматриваемой проблеме с экологических позиций – разработка и научное обоснование способов биоиндикации антропогенных воздействий на природные экосистемы и составляющие их компоненты. **Биоиндикация** – это обнаружение и определение биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ. В полной мере это относится и ко всем видам антропогенного загрязнения.

Исследования содержания промышленных токсикантов в почве, поверхностных водах не позволяют полностью оценить уровень загрязнения окружающей среды, опасной для здоровья человека. Во-первых, потому, что валовое содержание того или иного токсиканта в воде или в почве не равно тому количеству, которое затем попадает в организм человека в силу различной миграционной способности, биологической активности, усвояемости соединения и различия в формах его нахождения в организме и в различных средах. Во-вторых, анализ таких «инертных» объектов, как почвы, дает в руки исследователей данные, интегрированные за ряд лет или даже десятилетий, а анализ речных вод – данные, осредненные по водосборному бассейну.

Для совершенствования защиты окружающей среды и расширения биоиндикационного направления в мониторинге состояния природных объектов на XXI Общей ассамблее МСБН (Оттава, 1982 г.) была выработана программа «Биоиндикаторы». Основные принципы программы: стандартизация методов исследования; решение региональных и национальных экологических проблем;

создание сети подготовки специалистов по биоиндикации; расширение биоиндикаторных исследований при мониторинге окружающей среды.

Биологические системы, применение которых возможно для выявления вредных антропогенных веществ, весьма разнообразны. Программа МСБН «Биоиндикаторы» подразделяет их на шесть подгрупп в соответствии с основными биологическими дисциплинами: микроорганизмы, растения, простейшие организмы, клеточные и субклеточные элементы, различные гидробионты.

Преимущество живых индикаторов состоит в том, что они:

- суммируют все без исключения биологически важные данные об окружающей среде и отражают ее состояние в целом, ибо воздействие токсических веществ является толчком к разнообразным изменениям внутри экосистемы, компоненты которой тесно связаны между собой;

во многих случаях делают необязательным применение дорогостоящих трудоемких физических и химических методов для измерения биологических параметров; живые организмы постоянно присутствуют в окружающей человека среде и реагируют на кратковременные и залповые выбросы токсикантов, которые может не зарегистрировать автоматизированная система контроля с периодическим отбором проб на анализы;

отражают скорость происходящих в природной среде изменений;

указывают пути и места скопления различного рода загрязнений в экологических системах и возможные пути попадания этих агентов в пищу человека; позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека; дают возможность контролировать действие многих синтезируемых человеком соединений; помогают нормировать допустимую нагрузку на экосистемы, различающиеся по своей устойчивости к антропогенному воздействию, так как одинаковый состав и объем загрязнений может привести к различным реакциям природных систем в разных географических зонах.

Индикаторами могут быть любые биологические объекты на всех уровнях организации (от субклеточного до экосистемного), поэтому задачи биоиндикации во многом совпадают с задачами экотоксикологии.

Для оценки состояния окружающей среды целесообразно использовать метод *комплексной биоиндикации*. Он заключается в комбинации *фито- и зооиндикаторов* на разных системных уровнях. Это позволяет оценить состояние экосистемы с точки зрения взаимодействия природных элементов экосистем и антропогенного воздействия, выявить степень устойчивости и реакцию экосистем на воздействие человека.

Использование физиологических индикационных признаков биоиндикаторов позволяет определить изменения в экосистемах на очень ранних стадиях, когда они еще не проявляются морфологическими и структурными изменениями и их нельзя выявить другими методами. Это дает возможность предвидеть нарушения экосистем и вовремя принимать меры.

Изучение состояния биоиндикаторов можно использовать как дополнительную информацию при оценке здоровья населения. Для этого целесообразно использовать именно физиологические индикационные признаки, так как существует корреляция между физиологическими реакциями животных и человека.

В качестве биологических индикаторов могут быть как растения, так и животные. Ряд групп животных, особенно млекопитающих, очень близки к человеку по морфологическим показателям, и по реакциям таких животных можно обоснованно судить, каково будет состояние человека в таких же экологических условиях обитания.

В настоящее время предпринимаются попытки создания системы зоологических индикаторов для экологического нормирования состояния наземной среды, экологического контроля. Понятно, что создать универсальную систему индикаторов невозможно, поскольку различные животные по-разному реагируют на действие ядохимикатов, промышленных и радиоактивных загрязнений, дефолиантов, на многие другие воздействия. Но создать удобную в практической работе систему биоиндикаторов на действие индивидуальных загрязняющих веществ – задача вполне посильная при современном уровне знаний. При этом существенно, что человек, как и животные, соприкасается с загрязняющими биосферу факторами постоянно, причем контакт диких животных со средой в ряде случаев несравнимо более тесный, чем у человека.

## 8.2. Методы биотестирования

Методы биологического мониторинга основываются на биоиндикации интегральных ответных реакций окружающей среды на антропогенное воздействие. Для контроля качества среды выбирают наиболее чувствительные, типичные для данной среды обитания виды биоты – тест-объекты, или биоиндикаторы.

Методами биотестирования выявляется токсичность, которая является интегральным показателем загрязнения природных сред. Как и все интегральные показатели, они имеют тот недостаток, что не раскрывают индивидуальные загрязняющие вещества, присутствующие в пробе.

В настоящее время разработано большое количество методов биотестирования, основанных на исследовании реакций на токсичное воздействие отдельных "индикаторных" тест-объектов – гидробионтов, таких как простейшие (инфузории, жгутиконосцы), кишечнополостные (гидры), черви (планарии, пиявки), моллюски (пластинчатожаберные, брюхоногие), ракообразные (дафнии, гаммарусы), рыбы, а также представителей различных групп растений.

Все методы биотестирования основаны на регистрации выживаемости, плодовитости, скорости роста или реакций, связанных с изменением клеточных функций (энергетические показатели, передача возбуждений, био- и хемилюминесценция, движение). Наиболее часто измеряются параметры трех типов реакций – реакций фотосинтеза, реакций био- и хемилюминесценции и поведенческие реакции. В последние годы часто для целей биотестирования применяются биохимические показатели, например, активность ферментов.

Биотесты с применением пиявок (*Hirudo medicinales*, *Hirudo lineata*, *Caspiobdello fadeievi*, *Protoclepsis tessulata*) основаны на регистрации изменения статистических показателей молодых животных (нитчатки) после их 15-20-минутного пребывания в тестируемой воде. Известны методы биотестирования, основанные на регистрации закрытия створок раковин двухстворчатых моллюсков, например, *Unio tumidas*, при пропускании загрязненной воды через резервуар с моллюсками.

Существует большая группа биотестов, основанных на использовании поведенческих и физиологических реакций рыб. Первые экспресс-методы оценки токсичности воды на протоке с помощью рыб (методы рыбной пробы) были разработаны и стали применяться на производствах с начала века, многие из них стали уже классическими.

Широко используются в качестве тест-организмов различные виды ветвистоусых рачков дафний (*Daphnia magna*, *D. longispina*, *Ceriodaphnia dubia* и др). Биотесты с

использованием дафний основаны на оценке изменений определенного набора таких форм поведения, как кувыркание, скручивание, равномерное распределение в заданном объеме, или физиологическое состояние (изменения дыхательных ритмов, сердцебиения, окраски тела, абортации зародышей и т. д.), двигательной активности (изменения частоты движения) либо выживаемости и плодовитости при помещении в тестируемую воду. Токсичность воды определяется по достоверному изменению по сравнению с контролем одного-двух регистрируемых параметров. На основании результатов хронических и острых экспериментов с *Daphnia magna* можно оценить общую токсичность тестируемой воды по специальным 3 или 5-балльным шкалам, и провести сравнение токсичности вод с различным составом загрязнителей, а также определить необходимое разбавление сточных вод. Биотесты с дафниями рекомендуется применять для контроля сточных вод и выявления потенциально опасных источников загрязнения водных объектов токсичными веществами.

В настоящее время тесты с дафниями наиболее распространены, что обусловлено простотой культивирования этих рачков и сравнительной непродолжительностью тестирования. В странах ЕЭС принят стандарт на биотестирование сточных вод и определение токсичности отдельных химических веществ с помощью *Daphnia magna*. По существу это метод сводится к установлению LD<sub>50</sub> в течение 48 и 24 ч (средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных) тестируемого вещества для данного вида дафний.

Среди химических соединений существуют вещества, обладающие огромной мутагенной активностью, в сотни раз превышающей мутагенную активность коротковолновой радиации. Такие вещества опасны в чрезвычайно низких концентрациях и не выявляются при обычном химическом анализе воды. В этом случае только тест на мутагенность позволяет определить степень генетической безопасности внешней среды. С целью устранения источников мутагенного загрязнения необходимо регулярное тестирование на мутагенность таких важнейших факторов окружающей среды, как воздух и вода.

Также в качестве биоиндикаторов используются лишайники, которые способны реагировать на загрязненность воздуха. На этом их свойстве основано особое направление индикационной экологии – *лихеноиндикация*

При изучении лишайников на территориях крупных промышленных центров были обнаружены следующие закономерности:

- в более индустриализованных городах с интенсивным атмосферным загрязнением видовой состав лишайников обеднен, площадь их покрытия на стволах деревьев сокращается, снижается их жизнеспособность;
- при повышении степени загрязненности воздуха вначале исчезают кустистые лишайники, за ними – листоватые, а затем – накипные.

В районах, подверженных сильному техногенному загрязнению, появляются «лишайниковые пустыни», где лишайники исчезают.

Очень негативное влияние на их рост и развитие оказывает содержащийся в атмосферном воздухе диоксид серы. Экспериментально установлено, что это соединение уже в концентрации 0,08-0,10 мг/м<sup>3</sup> вызывает функциональные изменения: в хлоропластах водорослевых клеток появляются бурые пятна, начинается дегградация хлорофилла, плодовые тела лишайников хиреют. Концентрация SO<sub>2</sub> равная 0,5 мг/м<sup>3</sup>, губительна для всех видов лишайников, произрастающих в естественных ландшафтах.

Оксиды азота, углерода, фтора и др. также оказывают вредное влияние на развитие лишайников. По реакции на присутствие SO<sub>2</sub> в воздухе разработаны математические

лихеноиндикационные индексы – индекс атмосферной чистоты (ИАЧ), а также индекс полеотолерантности (ИП), показывающие, какие виды объединяются в группы с одинаковой реакцией на определенную концентрацию загрязнителя в воздухе.

Кроме визуальных наблюдений, в настоящее время в комплексе используются и аналитические методы, позволяющие определить количественно содержание загрязнителей, аккумулированных в лишайниках.

На основе данных лишеноиндикации составляются карты, позволяющие районировать исследуемые территории по степени загрязнения, прежде всего атмосферного воздуха.

Биотестирование – один из приемов исследования в области токсикологии, используемый с целью установления степени токсического действия химических, физических и биологически неблагоприятных факторов среды, потенциально опасных для живых компонентов экосистемы. Биотестирование не отменяет систему аналитических и аппаратурных методов контроля природной среды, а лишь дополняет ее качественно новыми биологическими показателями, так как с экологической точки зрения сами по себе результаты определения концентрации токсикантов имеют относительную ценность. Важно знать не уровни загрязнения, а вызываемые ими биологические эффекты.

### Вопросы для самоконтроля

- 1) Использование живых организмов в качестве показателей качества среды.
- 2) Основные методы биотестирования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### Основная

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

### 9.1. Переход к устойчивому развитию

Термин «устойчивое развитие», впервые был применен в 1980 г. в докладе «Всемирная стратегия охраны природы», подготовленном Международным союзом охраны природы и природных ресурсов. Однако всеобщее внимание к идее с таким названием было привлечено только в 1987 г. после публикации доклада, представленного в ООН Комиссией по окружающей среде и развитию.

В 1987 г. Всемирной Комиссией ООН по окружающей среде и развитию под руководством Г.Х. Брундтланд был опубликован отчет «Наше общее будущее». В этом документе впервые вводилось понятие «устойчивое развитие», целью которого провозглашалась «создание условий, обеспечивающих удовлетворение потребностей сегодняшнего дня, не подвергая риску способность окружающей среды поддерживать жизнь в будущем, т. е. не ставя под угрозу возможности будущих поколений в удовлетворении их потребностей». Спустя пять лет по инициативе ООН в Рио-де-Жанейро прошел Всемирный форум по окружающей среде, в котором приняли участие 178 правительственных делегаций из различных стран и 103 главы правительств, «также ученые, политики, промышленники, бизнесмены.

На Конференции ООН в Рио-де-Жанейро теория устойчивого развития составила концептуальную основу принятых решений. В ее документах *устойчивое развитие* определяется как развитие, позволяющее на долговременной основе обеспечить стабильный экономический рост, не приводящий к деградационным изменениям окружающей среды.

На Форуме была принята Декларация по окружающей среде и устойчивому развитию, включающая 27 принципов управления экономической деятельностью, а также управления в области охраны окружающей среды для достижения устойчивого развития всей цивилизации.

Первый глобальный план действий, направленный на реализацию концепции устойчивого развития, был сформулирован в другом важном документе, также подписанном в Рио-де-Жанейро, – «Повестка дня на XXI век». Устойчивое развитие предполагает с одной стороны повышение качества жизни, с другой – обеспечение безопасности жизни, которая в свою очередь предполагает сохранение здоровья населения и качества окружающей природной среды.

Сроки, полнота и, главное, – «цена» перехода общества к устойчивому развитию в соответствии с современным экологическим императивом (всеобщим обязательным законом) зависит от решения четырех основных задач современности: сохранение уцелевших и восстановление до уровня естественной продуктивности ряда деградировавших экосистем; рационализация потребления; «экологизация» производства; нормализация численности населения.

## 9.2. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды

В настоящее время во многих странах внедрена система экологического регулирования природопользования. Экономический механизм предусматривает плату за природные ресурсы, выдачу предприятиям лицензий на природопользование, плату за загрязнение, формирование экологических фондов за счет выплаты штрафных санкций и т. п. Однако до сих пор единой методологии оценки стоимости элементарных единиц биосферы не выработано. Делом в том, что биосфера выполняет регуляторные функции и изъятие (уничтожение) человеком каких-либо компонентов неизбежно ведет к трансформации или деградации экосистемы.

Применяемый в экономических оценках ресурсный подход означает, что в расчет стоимости ущерба окружающей среды включаются лишь те живые компоненты, которые непосредственно вовлечены в процесс общественного производства и являются необходимыми для жизни общества. Их определили как «характеризуемые нерыночной ценности», которым можно приписать денежную стоимость. (Например, сколько стоит замена очищающей деятельности реки в денежном эквиваленте). Но при ресурсном подходе к оценке за расчет ущерба, как правило, исключается большое количество природных объектов, не имеющих в настоящее время потребительской стоимости (не характеризуются нерыночными ценностями), но формирующих данную экосистему, которая в свою очередь выполняла отведенную ей роль в системах других уровней. Получается, что фактически рассчитывается ущерб, причиняемый одним видом хозяйственной деятельности (например, освоение природного месторождения) другому (например, охотничьему, лесному и т. п.), но не природной среде в целом.

Ниже приводится краткое изложение одного из предлагаемых подходов к оценке стоимости биотических компонентов (ключевых видов) экосистем.

Согласно этой методике, оценивается средообразующая функция биосферы, при этом отдельно рассчитывается ущерб, наносимый биосфере и ущерб, наносимый отраслям хозяйства, которые эксплуатируют возобновимые природные ресурсы, при строительстве и эксплуатации промышленных объектов в других отраслях.

Для эколого-экономической оценки биологических ресурсов предлагается использовать параметры мощности работы, которую выполняют организмы по сохранению упорядоченного состояния в экосистеме.

В свою очередь мощность связана с количеством солнечной энергии, затрачиваемой на поддержание состояния живых систем на разных трофических уровнях. Выражение стоимости энергии в единицах мощности переводится в эквивалент затрат на получение такого же количества энергии от Солнца техническими средствами.

Не останавливаясь на технологии расчета, можно сказать, что для оценки стоимости биологических ресурсов необходимо определить:

- энергетическое содержание одного грамма вещества;
- среднюю массу тела одной особи (для животных);
- дыхание поддержания (энергия существования);
- трофический уровень, пищевую специализацию и коэффициент утилизации энергии;
- плотность популяции или плотность биомассы (чистой первичной или вторичной продукции).

Для оценки стоимости территории используются данные по плотности веж

остальных групп ресурсов. Ущерб рассчитывается перемножением стоимости биотических компонентов на единицу территории за определенный временной период (время, необходимое для восстановления нарушенной экосистемы до первоначального уровня). Например, восстановление лесной или тундровой экосистемы требует около 100 лет.

В качестве примера приводится рассчитанная стоимость участка тундры на полуострове Ямал в районе газоконденсатного месторождения. Стоимость 1 га территории оказалась равной около 46000 долл. США. Значит, с учетом периода восстановления ущерб, наносимый безвозвратным изъятием данной территории, составит более 4,5 млн долл США.

В настоящее время практически любая техногенная деятельность связана с воздействием на окружающую природную среду или человека, т. е. с существованием риска, поэтому необходимо регулировать меру его воздействия, т. е. *управлять риском*.

Выделяют принципы управления рисками. 1. Принцип оптимизации соотношений выгоды и ущерба. Главной целью управления риском – повышения уровня благосостояния общества, однако реализация цели не может быть оправдана, если выгода от нее для общества не превышает вызываемого ею ущерба. Этот принцип включает три подпринципа:

- деятельность, при которой отдельные индивидуумы подвергаются чрезмерному риску, не может быть оправдана, даже если она приносит большую выгоду;
- общество добровольно соглашается незначительный риск от деятельности, необходимой для удовлетворения материальных или духовных потребностей;
- для защиты каждой личности от чрезмерного риска должны быть предприняты все возможные меры.

Чрезмерным уровнем риска считается такой, при котором превышает предельно допустимый уровень риска для индивида.

2) Принцип оптимизации защиты населения от опасности. Направлен на распределение ограниченных материальных ресурсов с целью снижения опасности, которой может быть подвергнут человек и окружающая среда. Реализация принципа сводится к уменьшению риска для общества с обязательным условием устранения неравенства между его членами методом компенсации.

3) Принцип региональности. В управление риском необходимо включать весь совокупный спектр существующих в регионе опасностей. Информация о принимаемых решениях должна быть доступна самым широким слоям населения.

Правительства многих развитых стран мира руководствуются долговременной постоянной политикой, направленной на обеспечение роста ожидаемой продолжительности жизни. Обычно такой рост пропорционален показателю валового национального продукта (ВНП) страны на душу населения, что позволяет оценить величину стоимости продления жизни. Рост ожидаемой продолжительности жизни зависит от успехов здравоохранения, условий проживания, уровня научно-технического прогресса, то есть развития промышленности и сельского хозяйства. С другой стороны, эти же достижения могут стать причиной деградации окружающей среды и снижения показателей здоровья населения. Для разных стран и регионов с различным социально-экономическим положением стоимость продления жизни за счет снижения опасностей от техногенной деятельности может существенно различаться. И регулирующую роль в управлении риском должно играть государство.

### 9.3. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие в России

*Принципы перехода к устойчивому развитию России* изложены в Указе Президента РФ «Концепция перехода РФ к устойчивому развитию». Согласно этому документу в стране должно быть на перспективу обеспечено комплексное и сбалансированное решение социально-экономических проблем при сохранении благоприятной окружающей среды и природных ресурсов, а также при удовлетворении потребностей настоящих и будущих поколений людей.

Основные направления перехода РФ к устойчивому развитию заключаются в следующем:

- создание правовой системы перехода к устойчивому развитию, включая совершенствование современной правовой базы и существующего законодательства, включая экономические механизмы регулирования ООС и рационального природопользования;
- оценка потенциальных возможностей различных экосистем для хозяйственного использования и определения границ допустимого антропогенного воздействия;
- разработка систем стимулирования хозяйственной деятельности и установление ответственности за экологические последствия;
- восприятие биосферы не только как поставщика ресурсов, но как базисного основания жизни, сохранение которого является главным условием функционирования социально-экономической системы;
- пропагандирование идей устойчивого развития, создание системы воспитания и образования для их реализации.

Переход РФ к устойчивому развитию предполагает постепенное восстановление естественных экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды. Эта цель достижима только усилиями всего человечества, но путь к ней должна начать каждая страна самостоятельно, в том числе через обеспечение экологической безопасности.

Конец XX в. можно считать временем, когда человечество осознало опасность экологической катастрофы, но еще не выработало надежной стратегии для защиты от нее. Представление об устойчивом развитии неплохо согласуется с тем, что происходит в развитых странах с относительно небольшой плотностью населения. Однако, по мнению многих специалистов, для перенаселенных стран с высоким приростом населения и к тому же с бедными природными ресурсами борьба с голодом и нищетой является важнейшим приоритетом, из-за которого экологические цели в них остаются без внимания и напрямую зависят от развития экономики.

#### Вопросы для самоконтроля

- 1) Основопологающие принципы концепции устойчивого развития.
- 2) Механизмы устойчивого развития.
- 3) Реализация концепции устойчивого развития в России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## **ПРЕДМЕТ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ СОЦИАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ**

### **10.1 Предмет и основные понятия социально-прикладной экологии**

Прикладная экология – в широком смысле – изучение механизмов разрушения биосферы человеком, способов предотвращения этого процесса и разработка принципов рационального использования природных ресурсов без деградации среды жизни.

Прикладная экология – в узком смысле – разработка норм использования природных ресурсов и среды жизни, допустимых нагрузок на них, форм управления экосистемами различного иерархического уровня.

В поле зрения социально-прикладной экологии попадают не только и не столько естественные процессы взаимодействия живых организмов с природной средой обитания, сколько процессы взаимодействия сложных эко- и социосистем с социальными по своей сущности, т.е. возникшими в результате активной общественной деятельности человека, взаимосвязями общества с искусственно созданными, до человека не существовавшими элементами среды, несущими на себе отпечаток деятельности людей. При этом размываются привычные грани между циклом естественных наук (о природе), с одной стороны, и социальных наук (об обществе и человеке как его субъекте) с другой, но одновременно конструируются новые, объединяющие предметные связи между этими двумя различными группами наук.

Таким образом, социально-прикладная экология изучает структуру, особенности и тенденции функционирования объектов особого рода, объектов так называемой «второй природы», т.е. объектов искусственно созданной человеком предметной среды, взаимодействующей с окружающей природной средой. Именно существование «второй природы» в подавляющем большинстве случаев порождает экологические проблемы, возникающие на стыке экологических и социальных систем. Социально-прикладная экология как наука имеет свои специфические задачи и функции. Ее главными задачами являются: исследование отношения между человеческими сообществами и окружающей географически-пространственной, социальной и культурной средой, прямое и побочное влияние производственной деятельности на состав и свойства окружающей среды. Данный раздел экологии рассматривает биосферу Земли как экологическую нишу человечества, связывая окружающую среду и деятельность человека в единую систему «природа–общество», раскрывает воздействие человека на равновесие природных экосистем, изучает вопросы управления и рационализации взаимоотношения человека и природы. Задача социально-прикладной экологии как науки состоит также в том, чтобы предлагать такие эффективные способы воздействия на окружающую среду, которые бы не только предотвращали катастрофические последствия, но и позволяли существенно улучшить биологические и социальные условия развития человека и всего живого на Земле.

Изучая причины деградации среды обитания человека и меры по её защите и совершенствованию, социально-прикладная экология должна способствовать расширению сферы свободы человека за счёт создания более гуманных отношений как к природе, так и к другим людям.

## 10.2. Место человека в биосфере

Развитие биосферы связано с появлением человека на Земле, но длительное время воздействия человека на биосферу определялись только наличием его как биологического вида. Жизнь живых организмов, в том числе и человека, невозможна без окружающей среды, без природы. Человеку свойственен обмен веществ с окружающей средой, который является основным условием существования любого живого организма.

Организм человека во многом связан с компонентами биосферы – растительностью, насекомыми, животными, микроорганизмами. Он входит в глобальный круговорот веществ. Человеческий организм, как и организмы других животных, подвержен суточным и сезонным ритмам, реагирует на сезонные изменения окружающей температуры, интенсивности (активности) солнечной радиации.

Человек – часть природы, но благодаря эволюционному развитию биологических систем животных предок человека подошел к той грани, за которой открылась возможность его социальной революции. Сегодня человек является частью особой социальной среды – общества. Человек обладает уникальной способностью самопознания, познания и преобразования окружающего мира.

Человек, как живое существо и человеческий род, как совокупность индивидов, подчиняется законам экосистемы и экосферы. Специфика экосистемы «человек – окружающая среда» определяется не только физическими и биологическими факторами, но и социально-экономическими условиями, которые по мере развития общества приобретают все большее значение в отношениях человека и природы. В процессе целесообразной трудовой деятельности человек воздействует на природу, изменяет организацию своей жизни, создает особые формы общественных отношений.

Биологический обмен веществ между человеком и природой сохранился. Природа остается постоянным условием жизни человека и развития общества. Однако в результате производственной деятельности возник новый процесс обмена веществ и энергии между природой и обществом. Этот обмен носит уже техногенный характер и называется антропогенным или социальным обменом веществ и энергии.

Антропогенный обмен существенно изменяет общепланетарный круговорот веществ, резко ускоряя его. Он отличается от биотического круговорота незамкнутостью, носит открытый характер. На входе антропогенного обмена находятся природные ресурсы, а на выходе – производственные и бытовые отходы. Экологическое несовершенство антропогенного обмена заключается в том, что коэффициент полезного использования природных ресурсов, как правило, чрезвычайно низок, а отходы производства ухудшают природную среду, многие из них не разлагаются до природного состояния. В период научно-технического прогресса и на стадии его интенсификации масштабы и скорость антропогенного обмена резко возрастают, вызывая заметные напряжения в биосфере.

До появления человека равновесие биосферы определяли пять энергетических факторов: солнечная радиация, сила гравитации, тектонические силы, химическая энергия (окислительно-восстановительные процессы), биогенная энергия (фотосинтез у растений, хемосинтез у бактерий, усвоение и окисление пищи у животных, размножение и продуктивность у биомассы). Эти факторы развивались по геологической шкале времени и за 3,5 млрд. лет сформировали природную среду.

В настоящее время появился новый фактор – энергия мирового производства. Этот фактор развивается не по геологической, а по исторической шкале времени. От

организации производства зависит сохранение или необратимое нарушение подвижного равновесия в биосфере.

Человек стал главной силой, изменяющей процессы в биосфере, и управлять этими процессами он только еще пытается научиться. Научно-технический прогресс значительно опередил знания современного общества законов биосферы, что привело к заметному нарушению биосферного равновесия, превышению возможностей природных систем по самоочищению. Поэтому аспирантам аграрных вузов необходимо знать законы сохранения природы, чтобы предотвратить ее разрушение, и находить пути разумного использования природных ресурсов и сбалансированного природопользования. Гармоничное сосуществование человека и природы – новый этап в развитии биосферы, который академик В.И. Вернадский назвал ноосферой (греч. *noos* – разум).

### **10.3. Среда человека и её компоненты**

Среда обитания человека включает в себя три основных компонента: социальный, техногенный, природный. Иначе говоря, среда обитания человека рассматривается как совокупность социальных, техногенных и природных факторов, существующих соответственно в обществе, техносфере и экологической системе.

Первый компонент - современное общество, заинтересованное в безопасном взаимодействии человека (группы людей) с техносферой или, в более широком смысле, со средой обитания. Общество как совокупность и результат взаимодействия некоторого количества людей выступает, с одной стороны, в качестве объекта безопасности жизнедеятельности, а с другой - в качестве компонента среды обитания, потенциально способного к формированию негативных социальных факторов, опасностей, угроз. К сожалению, гражданские войны, политические репрессии, заказные убийства, терроризм, захват заложников, организованная преступность, многочисленные виды преступлений против личности - все это в совокупности и различных формах проявления может представлять собой реальный источник социальной напряженности и нестабильности, который невозможно игнорировать, говоря о среде обитания человека.

Другой компонент среды обитания - техносфера - представляет собой элемент ноосферы, сформированный путем преобразования части биосферы в антропогенные объекты, полностью утратившие свойства природной среды и основанные на использовании человеком различных видов техники и технологии. Трактовка понятия "антропогенные объекты" в данном определении полностью правомерна и соответствует Федеральному закону от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среда".

Созданная человеческим обществом техносфера в конечном счете начинает сама активно влиять на его жизнедеятельность, становясь мощным фактором существования современной цивилизации. Иначе говоря, техносфера, создаваемая человеком для повышения производительности своего труда и комфортности отдыха, может демонстрировать затем целый ряд негативных эффектов, представляющих опасность для самого человека и общества. Примерами реализации таких опасностей со стороны техносферы можно выделить случаи травматизма и гибели людей на производстве, техногенные катастрофы локального и глобального масштаба.

Последний из компонентов среды обитания - экологическая система - имеет природный характер и является частью биосферы, объединяя в себе растительный,

животный и вообще весь биологический мир, обитающий на определенной территории, а также те физико-химические условия, которые существуют в окружающей среде на этой территории в атмосфере, гидросфере и литосфере.

Согласно Федеральному закону "Об охране окружающей среды" естественная экологическая система характеризует состояние природной среды - совокупности природных и природно-антропогенных объектов, сохранивших свои природные свойства. Иначе говоря, вмешательство человека в естественную экологическую систему если и существует, то является минимальным, ограничиваясь защитными и рекреационными (от лат. *recreatio* - восстановление) функциями, направленными на сохранение и поддержание естественного состояния окружающей природы (например, организация заповедников или территорий, используемых для отдыха и восстановления здоровья людей).

Однако невмешательство или минимальное вмешательство человека в природную среду вовсе не означает полного отсутствия негативных факторов и потенциальных опасностей для человека и общества со стороны природной среды. Более того, огромная мощность воздействия негативных природных факторов в виде ураганов, наводнений, землетрясений, цунами, извержений вулканов носит чаще всего катастрофический характер и приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций. Еще один серьезнейший негативный фактор воздействия на человеческое общество со стороны биологических систем связан с возникновением все новых штаммов вирусных заболеваний, некоторые из которых представляют для человека смертельную угрозу, как, например, "коронавирус" атипичной пневмонии (SARS), и могут приобретать характер всемирной эпидемии (пандемии).

В биосфере каждое событие - это одновременно и причина возникновения других событий. Вся живая природа представляет собой единую сеть вещественных, энергетических и информационных взаимодействий, организованных в виде замкнутых авторегуляторных циклов. Экологическая система представляет собой любую совокупность живых организмов и среды их обитания, взаимосвязанных обменом веществ, энергии, и информации.

Таким образом, даже краткий анализ трех основных компонентов среды обитания, представленных социальными, техногенными и природными факторами, показывает, что при определенных условиях воздействия они могут стать и становятся источником реальных опасностей для человека и общества.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Предмет и основные понятия социально-прикладной экологии.
- 2) Техносфера – как среда обитания.
- 3) Особенности среды обитания человека.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### **Основная**

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

3. *Евдокимова, А. И.* Экология и химические элементы биосферы: Учебно-методическое пособие для студентов специальностей 290700 – «Теплогазоснабжение и вентиляция» и 080200.62 – «Менеджмент» / А. И. Евдокимова. – Саратов : Изд-во «Научная книга», 2011. – 63 с.

Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4

2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## КЛАССИФИКАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

### 11.1. Классификация искусственных экосистем

Искусственные экосистемы — это экосистемы, созданные человеком, например, агроценозы, природно-хозяйственные системы или Биосфера 2. Искусственные экосистемы имеют тот же набор компонентов, что и естественные: продуценты, консументы и редуценты, но есть существенные отличия в перераспределении потоков вещества и энергии. Искусственно создаваемые экосистемы обеспечивают непрерывный процесс обмена веществ и энергии как внутри природы, так и между ней и человеком. В зависимости от воздействия хозяйственной деятельности человека эти системы подразделяются на:

- естественные, сохранившиеся в неприкосновенности;
- модифицированные, изменившиеся от деятельности человека;
- трансформированные, преобразованные человеком.

Поддержание замкнутых круговоротов в естественных экосистемах возможно благодаря наличию редуцентов, которые используют все отходы и остатки, и постоянному поступлению солнечной энергии. В городских и искусственных экосистемах редуценты отсутствуют или их количество ничтожно мало, поэтому отходы (жидкие, твердые и газообразные) накапливаются, загрязняя окружающую среду. Для быстрого разложения и вторичного использования таких отходов создают условия для развития редуцентов, например, путем компостирования. В отношении поступления энергии природные и антропогенные (созданные человеком) экосистемы сходны. И природным, и искусственным (дома, города, системы транспорта) экосистемам требуется подвод энергии извне. Но естественные экосистемы получают энергию от практически вечного источника — Солнца, которое к тому же, «производя» энергию, не загрязняет окружающую среду. Человек, напротив, питает процессы производства и потребления в основном за счет конечных источников энергии — угля и нефти, которые наряду с энергией выделяют пыль, газы, тепловые и другие отходы, наносящие вред окружающей среде и не поддающиеся переработке внутри самой искусственной экосистемы. Не следует забывать, что потребление даже такой «чистой» энергии, как электрическая (если она произведена на тепловой электростанции), приводит к загрязнению воздуха и тепловому загрязнению среды.

Искусственные экосистемы (нообиогеоценозы или социоэкосистемы) — это совокупность организмов, живущих в созданных человеком условиях. В отличие от экосистемы включает в себя дополнительное равноправное сообщество, называемое нооценозом.

Нооценоз — это часть искусственной экосистемы, включающая в себя средства труда, общество и продукты труда.

Агроценоз — это биоценоз, искусственно созданный человеком для своих целей с определенным уровнем и характером продуктивности.

В настоящее время агроценозами занято около десяти процентов суши.

Несмотря на то, что в агроценозе, как и в любой природной экосистеме, существуют обязательные трофические уровни — продуценты, консументы, редуценты, образующие типичные трофические сети, между этими двумя типами сообществ существуют довольно большие различия:

1) В агроценозах резко снижено разнообразие организмов. Однообразие и видовую бедность агроценозов человек поддерживает специальной сложной системой агротехнических мер. На полях обычно культивируют один вид растений, в связи с чем резко обедняется и животное население, и состав микроорганизмов почвы.

Однако даже самые обедненные агроценозы включают несколько десятков видов организмов, принадлежащих к разным систематическим и экологическим группам. Например, в агроценоз пшеничного поля, кроме пшеницы, входят сорняки, насекомые - вредители пшеницы и хищники, беспозвоночные — обитатели почвы и напочвенного слоя, патогенные грибы и др.

2) Виды, культивируемые человеком, поддерживаются искусственным отбором и не могут выдерживать борьбу за существование без поддержки человека.

3) Агроэкосистемы получают дополнительную энергию благодаря деятельности человека, обеспечивающей дополнительные условия роста культивируемых растений.

4) Чистая первичная продукция агроценоза (биомасса растений) удаляется из экосистемы в виде урожая и не поступает в цепи питания. Частичное потребление ее вредителями всячески пресекается деятельностью человека. В результате этого почва обедняется минеральными веществами, необходимыми для жизнедеятельности растений. Следовательно, снова необходимо вмешательство человека в виде внесения удобрений.

В агроценозах ослаблено действие естественного отбора и действует в основном искусственный отбор, направленный на максимальную продуктивность растений, нужных человеку, а не тех, которые лучше приспособлены к окружающим условиям.

Таким образом, агроценозы, в отличие от природных систем, не являются саморегулирующимися системами, а регулируются человеком. Задачей такой регуляции является повышение продуктивности агроценоза. Для этого орошаются засушливые и осушаются переувлажненные земли; уничтожаются сорняки и поедающие урожай животные, меняются сорта культивируемых растений и вносятся удобрения. Все это создает преимущества только для культивируемых растений.

В отличие от природной экосистемы агроценоз неустойчив, он быстро разрушается, т.к. культурные растения не выдержат конкуренции с дикорастущими и будут ими вытеснены.

Для агробиоценозов также характерен краевой эффект в размещении насекомых вредителей. Они концентрируются в основном в краевой полосе, а центр поля заселяют в меньшей степени. Указанное явление связано с тем, что в переходной полосе резко обостряется конкуренция между отдельными видами растений, а это в свою очередь, снижает у последних уровень защитных реакций против насекомых.

## **11.2. Артеприрода, квазиприрода, социальная среда, материальная среда, природная среда**

Среда жизни современного человека очень сильно отличается от условий жизни его предков. Совокупность условий, в которых живут современные люди) намного шире обычного понимания экологической среды. Окружающая человека среда кроме факторов общей для всех наземных животных природной среды включает еще созданные самим человеком материальную и социальную среды. Они образуют единую сложную систему взаимодействующих факторов. Созданная человеком материальная среда включает:

1. Элементы природной среды, измененные человеком: преобразованные ландшафты (превращение степи в поле, леса — в парк, части реки — в водохранилище), измененный мезоклимат, иной состав организмов в среде, отклонения от естественного состава и физико-химических свойств воздуха, воды, почвы и т.п. — так называемую квазиприродную среду.

2. Искусственные элементы: здания, сооружения, машины, кондиционированный микроклимат, шум, электромагнитные поля, проникающая радиация, вещества, материалы и изделия, — различные средства производства и потребления, которые в сочетании с элементами квазиприродной среды образуют артеприродную среду. Ее называют также техногенной средой.

Элементы преобразованной человеком среды как искусственные экосистемы — агроценозы, поле, парк, канал, дорога и т.п. — не способны к самоподдержанию; если человек их оставляет, они либо деградируют и разрушаются, либо подвергаются естественной сукцессии, постепенно превращаясь в объекты дикой природы.

Н.В. Реймерс выделил 3 типа природы:

Дикая природа - участки, не нарушенные деятельностью человека, на которые человек влияет лишь как биологический вид или опосредованно (через глобальные изменения). Основное свойство — устойчивость при отсутствии антропогенного воздействия, способность к самовосстановлению.

Артеприрода — искусственно созданные системы окружающей человека среды: города, производственные и транспортные системы, не способные к самоподдержанию и существующие лишь за счёт потребления поступающих извне материально-энергетических ресурсов.

Квазиприрода — преобразованная человеком природа не способная к самоподдержанию (пашни, поля, сады).

Наиболее крупная и вместе с этим очень далекая от естественной среды, экстремальная по многим параметрам искусственная экосистема современного человечества — это город. В городе достигается наибольшая концентрация техногенной энергетики. Например, в городской агломерации Нью-Йорка с площадью 2150 км<sup>2</sup> и с населением 17,6 млн чел. (1997 г.) на каждого жителя приходилось 122 м<sup>2</sup> площади города и 30 кВт суммарной потребляемой мощности.

В городах мира в настоящее время сосредоточена почти половина населения планеты. За последние 50 лет численность городских жителей выросла с 733 млн до 2910 млн чел., т.е. увеличилась в 4 раза, а их доля в общей численности населения возросла с 29 до 49%. При этом преобладающую роль играет рост крупных городов; к концу 1999 г. в мире насчитывались 332 города с населением больше 1 млн чел. и 50 городов с населением более 5 млн чел. Однако процесс урбанизации (от лат. urbanus — городской) не ограничивается ростом городского населения или числа и размера городов. Он проявляется в увеличении роли города в жизни общества, в изменении образа жизни больших масс людей. Для экологии человека в городе характерна изоляция от естественных экологических факторов: необходимой массы растений, живой почвы и воды, участвующих в очищении среды. Столкновение между биологической природой человека и результатами его антиприродной деятельности достигает в городе критической остроты.

Современный город — сложный социально-экономический организм, формируемый демографическими, экономико-географическими, инженерно-строительными, архитектурными факторами, разнообразными взаимосвязями с окружающим экономическим пространством и природной средой. О антропоэко-

логических позиций город — это прежде всего очень плотная и динамичная человеческая популяция в созданной ею самой искусственной среде. С городом связываются многие черты общественного прогресса. Но городская цивилизация — удобства, комфорт, облегчение быта, плотность коммуникаций, большой выбор и доступность удовлетворения разнообразных потребностей — несет не только блага.

Городская среда оказывает заметное негативное влияние на главное качество человека — его здоровье в широком смысле слова. Загрязнение атмосферы, воды, продуктов питания, предметов обихода выбросами промышленности и транспорта, электромагнитные поля, вибрация, шум, дезионизация воздуха в помещениях, химизация быта, потоки избыточной информации, чрезмерное число социальных и анонимных контактов, дефицит времени, гиподинамия при напряженной имитации деятельности, эмоциогенные перегрузки, недостатки в питании, распространение вредных привычек — все это в различных сочетаниях все чаще становится источником многочисленных предболезненных состояний, а затем и болезней. В сущности незаметно для себя горожанин оказывается в обстановке благоустроенного карцера. По многим объективным показателям значительные контингенты населения крупных городов постоянно находятся в состоянии стресса, сходного с дегенеративным стрессом крайне перенаселенных популяций мелких животных. Н.Н. Моисеев (1994) назвал такое состояние «феноменом леммингов», имея в виду похожую на самоубийство массовую гибель этих субарктических зверьков, часто следующую за вспышками размножения и сильного перенаселения их биотопов. Осознание негативных сторон урбанизации приводит к ее некоторому замедлению в развитых странах.

Подавляющая масса горожан предпочитает отдыхать, проводить свой отпуск вне города, на лоне природы — в более естественной экологической обстановке. Но пребывание в ней непродолжительно, по-настоящему чистых мест становится все меньше, а стремление сочетать пастораль с комфортом делает такой отдых все более дорогим. К тому же в популярных местах отдыха быстро растет допустимая рекреационная нагрузка и они легко превращаются в продолжение города. В развитых странах в последней трети XX в. наряду с замедлением урбанизации наблюдается процесс территориальной децентрации населения: не только перемещение из мегаполисов в пригородные зоны, но рост городов в периферийных районах.

### **11.3. Техносфера. Основные компоненты техносферы**

Под влиянием цивилизованного человечества биосфера претерпевает существенные изменения. В настоящее время преобразующей силой на нашей планете стала техносфера, приводимая в действие человеком. Промышленная революция ознаменовала приход технической культуры, которая с возрастающей силой захватывала не только производство, но и быт. Превосходство технического прогресса над эволюционными процессами природы дало возможность техносфере соперничать с биосферой в перемещении биомассы на планете. С развитием техносферы биосфера столкнулась с быстро распространяющимися новыми видами биомов: сельскохозяйственным и городским. (Биом — крупная биосистема (региональная, континентальная), характеризующаяся каким-либо типом растительности, например, биом лиственных лесов умеренного пояса. Самая крупная биосистема, близкая к идеалу, — это биосфера). Достижение технического прогресса и неразумное использование человечеством ресурсов биосферы создало реальную опасность,

связанную с последствиями загрязнения природной среды промышленными отходами. В наше время техносфера начала свое независимое существование, вышла из повиновения эволюционных тенденций биосферы. Развиваясь по своим собственным законам, техносфера чаще создает противоречие, чем сотрудничество с биосферой. Грозными примерами противостояния служат накопленные арсеналы ядерного оружия и нейтронная бомба - печальные плоды творческих амбиций "не вполне психически уравновешенных представителей техносферы". Это свидетельствует о том, что коэволюция, т.е. совместная эволюция человека и биосферы - процесс мучительный и небыстрый, связанный, прежде всего, с выработкой новых принципов согласования действий общества с природой, перестройкой нашего бытия и мышления, сменой стандартов и идеалов.

Техносфера также рассматривается как целостная глобальная система в двух системных связках:

Первая - «человек – техносфера» (техносфера представляет и замещает природу; выступает как естественный элемент, является продолжением структурного усложнения живой природы).

Структурными элементами техносферы как естественного явления можно рассматривать технические изделия, являющиеся конечным звеном преобразования природного вещества. В этом случае правомерно говорить о технологических способах производства или технологических укладах как оформленном принципе целеполагания. А также правомерно описание объектов техносферы в качестве техноценозов как спонтанно образующихся сообществ и технологических видов как единиц этих сообществ.

Вторая - «техносфера – биосфера» (в ней техносфера представляет и замещает социум, выступает как искусственный элемент, отделяет человека от природы)

Структурными элементами техносферы как искусственного явления обычно признаются территориально-промышленные комплексы (ТПК). Выделяют агропромышленные, градопромышленные, горнодобывающие и горноперерабатывающие, энергетические, рекреационные комплексы. Определяющими в описании такого типа являются внешняя функция загрязнения окружающей среды, а также общая для каждого из них функция цели и управления со стороны человеческого общества. Такая классификация обусловлена естественным пятнистым распределением объектов техносферы по поверхности земного шара. Транспортные коммуникации связывают эти мегаобъекты в общий каркас техносферы. Таким образом, осуществляется внешнее географическое описание вещественной части техносферной оболочки. На энергетическом уровне техносферу можно считать непрерывной, так как электромагнитное излучение (например, в радиодиапазоне) можно уловить в любой точке земли. Территориальное описание объектов техносферы является внешним функциональным, и, по существу, эти объекты рассматриваются в качестве черного ящика.

Внутреннее описание системы и является истинно структурным, поскольку определяется единым критерием принадлежности объектов к системе и коренным свойством — амбивалентностью.

Внутреннюю структуру техносферы определяют процессы, происходящие в ней.

Общая классификация процессов основана на самом общем характере преобразования вещества. Содержит следующие классы:

1. Процессы преобразования веществ.
2. Процессы создания вещей.

3. Процессы эксплуатации вещей.

4. Процессы разложения отслуживших вещей.

Амбивалентность техносферы проявляется, в частности, в том, что процессы третьей группы — эксплуатация вещей — не могут быть осуществлены без процессов первой и второй группы, а последние, в свою очередь, не могут быть осуществлены без уже созданных вещей. Группа процессов первого класса создает конструкционные материалы для группы процессов второго класса, энергетические предпосылки для осуществления процессов первых трех классов, новые концентрированные вещества, выделяет элементы, осуществляя тем самым функции, аналогичные функциям почвы в биосфере. Поэтому такой функции избежать невозможно. Для осуществления ее первого этапа — добычи полезных ископаемых в ходе исторического развития — были созданы механизмы, имитирующие человеческую руку (экскаваторы, драглайны и др.). Часть полезных ископаемых может извлекаться без применения таких механизмов (подземная газификация угля, выщелачивание руд, добыча нефти и газа и т.п.). Но при разработке других, например, строительного или химического сырья, такие технологии невозможны, т.к. полезным ископаемым является горная порода целиком. Из литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы извлекаются и переходят в техногенный круговорот некоторые элементы, другие остаются в отходах. Общий химический состав техносферы тем самым сильно отличается от такового литосферы. Отличается он также и от общего состава биосферы. И именно это несоответствие химических составов приводит к возникновению экологических проблем. Движение материальных потоков при осуществлении процессов преобразования веществ создает сетевые структуры, подобные трофическим цепям биосферы.

Для создания каждого материала совокупными усилиями людей организуются такие сетевые структуры преобразования вещества, охватывающие значительные пространства. Руда может добываться в одном месте, металл выплавляться за сотни километров от рудника, металлические детали могут производиться в другой стране, автомобили из этих деталей могут собираться на другом континенте, а на свалку автомобиль может попасть на другом конце земли.

Таким образом, вещи, для производства которых существует техносфера, — локальны, а процессы преобразования вещества для производства этих вещей — глобальны. Потоки вещества, будучи автономными для производства отдельных материалов, частично соединяются на этапе создания вещей.

Более мелкими структурными элементами техно-трофических цепей сферы являются различные уровни преобразования вещества, связанные обычно с различными отраслями промышленности — горной, металлургической, химической и т.п. На каждом из этих уровней существуют тысячи предприятий, которые объединены целями, задачами, материалами, технологиями в общественном плане, но разъединены в физическом плане — географически. Каждое такое предприятие и есть структурная единица техносферы, подобная организму в биосфере. Каждое из них является по существу природно-технической системой, т.е. искусственной системой, размещенной в природном ландшафте. Функционирование таких систем изучается различными разделами геоэкологии. При этом изучают взаимодействие природной и искусственной компоненты как целого, т.е. производят описание их внешних функций. Природная компонента рассматривается не с точки зрения ее внутренних функций, а как она влияет на искусственную (например, как скальный массив влияет на стоящее на нем сооружение). И наоборот, искусственная компонента (например, здание)

рассматривается не с точки зрения процессов, происходящих в нем, а со стороны тех процессов, которые оказывают влияние на окружающую природную компоненту.

Таким образом, при изучении природно-технических систем рассматриваются функциональные (внешние) свойства этих объектов техносферы в системных связках «человек – техносфера», «техносфера — биосфера», «техносфера — литосфера», «техносфера — гидросфера», «техносфера — атмосфера». Внутренние же свойства природно-технической системы как структурной единицы техносферы, которые в значительной мере определяют и внешнее поведение, могут быть описаны только через процессы технологического преобразования вещества внутри нее.

Связь звеньев технотрофических цепей осуществляют не только материальные и энергетические потоки, но и согласованность технологий разных производств, т.к. в процессе преобразования вещества продукция предыдущего звена является материалом в составе последующего технологического передела.

Единичным элементом структуры техносферы можно считать элементарный технологический процесс преобразования вещества, который сохраняет в себе свойства амбивалентности как определяющего свойства любого объекта, принадлежащего техносфере.

Функционирование каждого элементарного технологического процесса несет в себе амбивалентность, поскольку, помимо получения полезного продукта (для которого он предназначен), он является как бы мотором воздействия, т.е. постоянным поставщиком загрязнений, технической системы на природную. Попытка управления процессом через ограничение отходов или изменение их качества неэффективна, т.к. в уже функционирующей технической системе невозможно достигнуть двух оптимумов — определенного качества продукции и заданных свойств отходов. Это приводит к передаче загрязнений на другой уровень, т.е. ужесточаются требования к материалу, входящему в технологический процесс, что приводит к созданию новых производств по доведению материала до необходимых кондиций, при этом возникают новые отходы. Другой путь — изменение свойств полезного проекта, что приводит к дополнительным технологическим трудностям на последующих этапах преобразования вещества.

Виды техносферных зон:

1) Промышленная зона - зона, включающая промышленные районы города, а также участки отдельных промышленных предприятий и других производственных объектов, обслуживающие их культурно-бытовые учреждения, улицы, площади, зеленые насаждения. Территории компактного размещения предприятий.

Промышленный район - территория города, на которой размещаются предприятия с обслуживающими зданиями, учреждениями, дорогами и др. Промышленный район включает систему озелененных территорий, которые отделяются от других районов санитарно-защитной зоной.

Санитарно-защитная зона - зеленые насаждения шириной от 50 до 1000 м, защищающие территории от вредного влияния промышленности и транспорта.

2) Городская зона - условная территориальная единица города.

Городские зоны:

- отражают историческое развитие и внутреннюю организацию города;
- различаются по интенсивности использования занимаемой площади, составу населения и другим социально-экономическим характеристикам.

3) Селитебная зона:

а) часть территории населенного пункта, предназначенная для размещения жилой, общественной (общественно-деловой) и рекреационной зон, а также отдельных частей

инженерной и транспортной инфраструктур, других объектов, размещение и деятельность которых не оказывает воздействия, требующего специальных санитарно-защитных зон.

б) часть планировочной структуры города; территория включающая:

- жилые районы и микрорайоны;
- общественно-торговые центры, улицы, проезды, магистрали;
- объекты озеленения.

В селитебной зоне могут размещаться отдельные коммунальные и промышленные объекты, не требующие устройства санитарно-защитных зон.

Селитебная территория занимает в среднем 50-60 % территории города.

Основные задачи:

- создание максимально благоприятных условий для удовлетворения социально-культурных и бытовых потребностей населения;
- минимизация затрат времени на пространственную доступность объектов обслуживания, мест отдыха, культурно-бытовых учреждений.

4) Транспортная зона - система наземных, надземных и подземных магистралей, пересекающихся в нескольких уровнях.

В мировой практике уже существуют транспортные развязки в пяти уровнях. С увеличением количества и разнообразия транспортных средств возрастает степень сложности транспортной сети городов и, таким образом, улучшается система связей между функциональными зонами. Планировочная структура зависит от расположения города на рельефе.

Различают компактную форму плана, расчлененную, рассредоточенную с равномерно распределенными районами, рассредоточенную с преобладающим районом и линейную. Сложность планировочной структуры больших городов заключается еще и в том, что большое разнообразие промышленных предприятий не может располагаться на территории одной промышленной зоны. Это вызывает членение селитебных территорий. Возникают новые жилые районы на периферии города, образуются новые зоны отдыха. Новые промышленные зоны приводят к появлению санитарно-защитных территорий. Рост города способствует развитию внешнего транспорта и расширению транспортной зоны.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Основные типы искусственных экосистем.
- 2) Основные элементы искусственной среды.
- 3) Основные компоненты техносферы.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### **Основная**

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### **Дополнительная**

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4

2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

### 12.1. Ресурсы экосферы, ресурсы техносферы. Исчерпаемые и неисчерпаемые ресурсы

**Ресурсы** – это компоненты биосферы, извлекаемые для удовлетворения потребностей и желаний человека. Некоторые ресурсы используются непосредственно: воздух, вода. Но большинство (железо, нефть, уголь) становятся ресурсами только после соответствующей переработки в продукты.

Ресурсы подразделяются на: вечные, невозобновляемые и возобновляемые. Вечные ресурсы, такие как солнечная энергия, действительно, неисчерпаемы с точки зрения истории человечества.

**Невозобновляемые**, или **исчерпаемые ресурсы** существуют в ограниченных количествах в земной коре, например, медь, алюминий, железо, нефть, уголь. Они истощаются, так как или не восполняются в результате природных процессов (медь, железо, алюминий), или восполняются значительно медленнее, чем происходит их потребление (нефть, уголь).

**Возобновляемыми** называются **ресурсы**, запасы которых потенциально могут восстановиться в нормальных условиях после истощения и загрязнения естественным путем. Примерами служат деревья, травы, дикие животные, пресные воды, воздух, почвы.

Степень влияния людей на истощение ресурсов зависит: 1) от численности населения, 2) среднедушевого потребления, 3) загрязнения и деградации окружающей среды и 4) эффективности использования ресурсов. Наиболее болезненным в современных условиях для человечества является истощение энергетических ресурсов, что периодически порождает энергетические кризисы.

Наиболее перспективными энергоносителями для России являются природный газ и особенно уголь. Доля нефти и нефтепродуктов, используемых для получения электроэнергии постепенно уменьшается. Более того, запасы нефти в стране невелики (примерно 5-6% от мировых).

Россия располагает большими запасами природного газа. Они равны 31 трлн. м<sup>3</sup>, что составляет около 40% от мировых. Следует, однако, иметь в виду, что этот относительно чистый ресурс потеряет свое значение как энергоноситель, по имеющимся прогнозам, уже в первой четверти XXI столетия (наиболее часто называются 2015-2020 годы).

Надо полагать, что будет увеличиваться доля угля как источника получения энергии. По имеющимся мировым прогнозам, уголь может использоваться как энергоноситель в течение 150-200 лет. Для России, где сконцентрировано более 40% мировых запасов угля (в основном в Западной Сибири), сроки их исчерпания должны быть увеличены в 3-4 раза. Если доля углей в получении энергии будет возрастать, то острота проблем загрязнения среды резко усилится. Положение усугубляется тем, что основные запасы угля представлены высокозольными видами с повышенной концентрацией серы и других примесей. При современных технологических процессах на ТЭС улавливаются в основном только твердые выбросы, газообразные (сернистый ангидрид, окислы азота, углеводороды) практически не улавливаются.

Во многих странах есть ограничение на использование углей по зольности. В США, например, не разрешается сжигание углей, зольность которых превышает 9%, в Великобритании этот предел равен 22%, а в России имеются случаи использования углей с зольностью до 50-70%. Совершенные технологии предусматривают также обессеривание углей (до их сжигания) или улавливание серы, как и окислов азота, в процессе сжигания специальными десульфурационными и денитрификационными установками. В России, как отмечалось выше, от этих загрязнителей топливо или выбрасываемые газы практически не освобождаются.

Велики потери горючих, как и других ископаемых, при добыче. Так, извлечение нефти из месторождений обычно не превышает 30% от ее запасов в недрах. Основные методы добычи связаны с самоизлиянием или с закачкой воды для увеличения давления в пластах. За этим обычно следует резкое удорожание добываемого сырья, извлечение вместе с нефтью на поверхность значительных количеств воды, которая выступает как неприятный загрязнитель для почв, экосистем и водных объектов. Закачка воздуха для повышения давления, что позволяет извлекать до 35-45% запасов нефти, почти не применяется.

На территории России сконцентрировано около 30% мировых запасов железных руд. Значительны запасы руд других, в том числе цветных металлов. Добычу и использование этих ресурсов также нельзя оценивать удовлетворительно. Велика металлоемкость продукции. Большое количество ценных продуктов теряется с отходами и шлаками. Крайне низка их доля, включаемая в переработку. Так, по золотшлакам она не превышает 1%, по металлургическим шлакам в лучших случаях достигает 15-25 %.

В целом экологические издержки от добычи и использования энергетических и других ресурсов во многом обуславливаются крайне недостаточным использованием ресурсосберегающих, малоотходных и природоохраняющих технологий.

## **12.2. Естественная классификация ресурсов: земельные, водные, энергетические, биоресурсы и минеральные ресурсы**

Различные виды природных ресурсов рассматриваются и в качестве второй – положительной стороны воздействия окружающей среды на человека. Суммарное (положительное + отрицательное) воздействие природы в пределах ландшафтов как основных субъектов экологических отношений со стороны окружающей среды на человека должно определяться в ходе оценки земель. При этом, с одной стороны, следует оценить обеспеченность каждого из них теплом и влагой и связанными с ними биологическими ресурсами и потенциальными возможностями их наращивания. С другой стороны, для такой оценки требуется учет распространения, вероятного зарождения, развития или интенсификации в пределах каждого ландшафта нежелательных процессов и явлений (эрозия почв, карст, засоление, распространение очаговых заболеваний и т.д.), а также учет обусловленной естественными процессами возможной концентрации вредных химических, радиоактивных и других компонентов.

Современные ландшафты представляют человеку все необходимое для его жизнедеятельности, обеспечивая воспроизводство возобновляемых природных ресурсов. Исключение – полезные ископаемые, относящиеся к невозобновимым (по крайней мере в обозримом будущем) ресурсам, чье образование связано с функционированием ландшафтов прошлого – палеоландшафтов.

Наряду с геокомпонентами ландшафта рельеф также выступает в качестве активного субъекта ресурсного воздействия, обеспечивая нуждающиеся объекты воздействия окружающей среды (например, предприятия гидроэнергетики, сельскохозяйственное производство и т.д.) пространственным ресурсом или операционным базисом (Ю.П. Михайлов, 1987; Л.Л. Розанов, 1990). Под этим видом ресурсов понимаются эксплуатируемые и (или) предназначенные для эксплуатации части ландшафтной оболочки или земной поверхности, характеризующиеся необходимыми или достаточными свойствами: наличием и качеством других природных ресурсов, близостью к транспортным артериям, возможностью удаления и (или) захоронения вредных отходов производства и др.

Если необходимость пространственного ресурса для того или иного субъекта антропогенного воздействия обусловлена главным образом потребностями жизнеобеспечения и хозяйственной деятельности человека, то под достаточностью имеется в виду его оценка с позиции рационального или оптимального землепользования, предусматривающего общую стоимость земель в данном районе (регионе), структуру земельного фонда, наличие свободных и рационально используемых территорий.

Эти и многие другие факторы определяют целесообразность выделения площадей под строительство и расширение предприятий и необходимые для этого зоны отчуждения. Территория как ресурс, обладая свойствами ограниченности и невозобновимости, в отличие от полезных ископаемых может использоваться повторно более выгодно для человека в зависимости от смены хозяйственных приоритетов (перепланировка городской застройки сопряжена со сносом одних строений и строительством других, спуск водохранилища нерентабельной ГЭС для использования освободившихся земель в сельскохозяйственном производстве в условиях дефицита земельных ресурсов и т.п.). В настоящее время площадь земной поверхности, необходимой для обеспечения жизни одного жителя Земли, составляет 17 500 м<sup>3</sup> и человечество почти достигло этого предела.

С обеспеченностью пространственным ресурсом напрямую связаны обеспеченность лесными и земельными ресурсами. Земельные ресурсы России, несмотря на то что большая часть ее территории (11 млн км<sup>2</sup>) находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород, вполне достаточны – эффективная территория РФ составляет 5,5 млн км<sup>2</sup>, уступая по площади лишь аналогичным территориям Бразилии (8,1 млн км<sup>2</sup>), США (8,0), Австралии (7,7) и Китая (6,0). Но большая часть пашни (всего 130 млн га) в России расположена в районах рискованного земледелия: эта и прочие социально-экономические причины обуславливают низкую эффективность ее использования – она в 3 – 5 раз ниже, чем в таких странах, как Франция, Чехия и даже Финляндия (Т.А.Акимова, В.В.Хаскин, 2001).

Обеспеченность лесными и земельными ресурсами, а также площадь незатронутых земель имеют непосредственное отношение к обеспеченности таким видом ресурсов, как рекреационный. Для многих стран Европы характерно такое явление, как природный голод, т.е. нехватка мест, где человек мог бы непосредственно пообщаться с природой.

Оценка потенциала ландшафта может быть покомпонентной и интегральной, количественной и качественной, натуральной и стоимостной. Примером покомпонентной оценки может выступать оценка одного вида ресурсов, условий или одного потенциала, выступающие как составляющие общей интегральной оценки в качестве ее отдельных компонентов. Но если они имеют сложную структуру

(например, природно-ресурсный потенциал включает минеральное сырье, водные, лесные ресурсы и др.), то их оценка тоже будет комплексной.

Наиболее общепринята процедура оценки природно-ресурсного потенциала (ПРП) как системы природных ресурсов, явлений и процессов – территориальной и ресурсной базы хозяйственной деятельности. Но при осуществлении данной операции надо учитывать некоторые особенности ПРП. Как указывают М.Д. Шарыгин и Т.В. Субботина (2003), данный потенциал – это не простая арифметическая сумма всех имеющихся на этой территории ресурсов, а особый интегральный показатель, отражающий всю совокупность пользы, которую можно получить при употреблении ресурсов с учетом механизма природных воздействий и разнообразных хозяйственных связей, зависящих от особенностей природных ресурсов и условий, специфики их взаимодействия, уровня развития науки и техники, интеллекта населения, степени экономической освоенности территории, целей регионального развития и др. Природно-ресурсный потенциал как совокупность природных ресурсов имеет свою величину (количественное выражение совокупности) и структуру (соотношение между различными видами природных ресурсов на территории). По мнению вышеуказанных авторов, структура ПРП включает рельеф, гидроклиматические, почвенные, минерально-сырьевые, бальнеологические и рекреационные ресурсы, растительность и животный мир, лесные территориальные ресурсы.

В.М. Разумовский (1995) предлагает использовать понятие «функциональный» потенциал – более широкий, чем природно-ресурсный и относящийся не к конкретному ландшафту, а к территории. При этом, как пишет автор, «недостаточно установить экономическую целесообразность и экологическую допустимость добычи ресурса, необходимо еще выяснить, «справится» ли ландшафт с воздействием на него всей технологической цепочки по переработке исходного природного ресурса, а также вспомогательных и смежных производств и инфраструктуры, обеспечат ли экологическая и демографическая емкость территории развитие хозяйственного комплекса», Таким образом, функциональный потенциал территории есть не что иное, как сопряженный анализ ее ресурсного и экологического потенциалов, а также потенциала устойчивости.

Сложнее обстоит дело с оценкой экологического потенциала ландшафта (ЭПЛ): неопределенность состава и неоднозначность составляющих его компонентов и трудности приведения их к общему балльному или стоимостному показателю – все это затрудняет его оценку. А.Г. Исаченко и Г.А. Исаченко (1995) в качестве составляющих экологического потенциала ландшафта выделяют условия тепло- и влагообеспеченности, теплового комфорта, биопродуктивность и основные природные медико-географические условия. Но кроме этих показателей они предлагают учитывать также степень антропогенного воздействия – через показатели плотности населения, урбанизированности и распаханности.

Процесс оценки еще одной составляющей интегрального потенциала – потенциала устойчивости – также достаточно сложен и будет рассмотрен позднее, при раскрытии понятия «устойчивость» ландшафта

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Понятие ресурсы биосферы.
- 2) Классификация ресурсов по принципу исчерпаемости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. *Николайкин, Н. И., Николайкина, Н. Е., Мелехова, О. П.* Экология: Учебник для вузов. / Н. И. Николайкин, Н. Е. Николайкина, О. П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В. И., Передельский, Л. В.* Экология: учебник для вузов / В. И Коробкин, Л. В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

### Дополнительная

1. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4
2. **Трифонова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифонова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

## Лекция 13

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША ЧЕЛОВЕКА

#### 13.1. Экологическая ниша человека

Применение понятия экологической ниши к человеку более условно, чем по отношению к природным популяциям животных. Однако в данном случае представление о нише как о «профессиональной» роли биологического вида в экономике природы выступает наиболее ярко. В отличие от экологических ниш животных экологические ниши человека постоянно изменялись, увеличиваясь с нарастающей скоростью вместе с этапами исторического развития человечества. Главным субъектом этих изменений был сам человек. Для обобщенного описания экологических ниш возможны разные подходы, но для количественных сопоставлений больше всего пригодна оценка энергетических потребностей и затрат человека.

Эволюция экологических ниш. Каждый способ энергообеспечения, в частности получения энергии с продуктами питания для длительного существования популяции, можно рассматривать как энергетический эквивалент экологической ниши. Базовая реализованная экологическая ниша первобытного человека в большой мере зависела от его энергетических потребностей. В соответствии с данными о размерах тела средняя удельная расходуемая мощность человека была близка к 2 Вт/кг, а теплоотдача — к 75 Вт/м<sup>2</sup>, что определяло потребность в пище (до 1/12 массы тела в сутки) и в климатических условиях обитания, характерных для сезонно-влажных зон тропического пояса.

Ранние архантропы занимали нишу собирателей пастбищной пищевой цепи с относительно малой долей животной пищи. Они были вынуждены постоянно выполнять большую работу по добыче пищи и осваивать большую кормовую территорию (порядка  $\pi \cdot 10^2$  га/чел). Начало использования огня и увеличение добычи и потребления животной пищи расширило экологическое пространство человека до ниши первобытных охотников и рыболовов (с площадью  $\pi \cdot 10^3$  га/чел). К этому же периоду относится и применение огня для выжигания лесов, сначала для целей загонной охоты, а затем и для подсечно-огневого земледелия. М. Ичас (1994) даже назвал это первой экологической революцией, но вряд ли саму по себе утрату локальных лесных массивов можно так квалифицировать. Гораздо существеннее изменение характера «землепользования» в эту эпоху, которую обычно называют неолитической (первой сельскохозяйственной) революцией.

Переход к земледелию значительно уменьшил необходимую индивидуальную кормовую площадь и довел потребление пищи почти до уровня чистой первичной продукции возделываемых растений примитивных агроценозов. Одновременно это потребовало роста общих затрат контролируемой человеком энергии на единицу продукции (включая затраты на изготовление орудий, обработку земли и переработку урожая, а также энергию рабочего скота). Вместе с оседлостью, созданием постоянных поселений и необходимым разделением труда это означало появление устойчивой материальной культуры - возникновение цивилизации. С экологической точки зрения это было в значительной мере случайным явлением, так как требовало совпадения ряда редких условий: относительно большой плотности населения в плодородных террасных долинах сезонно-влажных тропиков или субтропиков, где были растения, пригодные для возделывания, животные, пригодные для одомашнивания, и где быстро

исчерпывались ресурсы собирательства, примитивной охоты и рыбной ловли. Недаром древнейшие центры цивилизации независимо возникли всего в трех небольших регионах — на юге Месопотамии, в среднем течении Меконга и на юге Перу.

На ограниченных территориях освоения человек не мог добыть нужное количество животной пищи. Поэтому распространение земледелия сопровождалось развитием скотоводства и пастбищного хозяйства, а также развитием кочевого скотоводства. Так как продукция скота по массе на порядок меньше его корма, то для получения хотя бы 1/10 продуктов питания в виде животной пищи человек вынужден был иметь биомассу скота, равную биомассе людей, а площадь пастбищ не меньше площади пашни.

Неолитическая революция означала переход от присваивающей экономики к производящей. Она вызвала к жизни принципиально новый тип природопользования. Если при собирательстве отношение человека к ресурсам потребления было примерно таким же, как и у животных, то теперь человек стал производить пищу, переделывая или заменяя природные сообщества растений и животных.

Потребление человеком большей части продукции агроценозов исключало возможность естественного восстановления биомассы растений и плодородия почвы. Человек вынужден был взять на себя функцию воспроизводства, ежегодно обрабатывая поля. Был нарушен естественный круговорот, связанный с продукционно-деструкционным балансом. Во многих случаях это вело к деградации земель и к смене земледельческих цивилизаций на Ближнем Востоке и в Восточной Азии. Все же конкурентоспособность их в столкновениях с природными системами постоянно нарастала. Распространение земледелия и скотоводства привели к освоению значительных территорий субтропиков и умеренного пояса, к увеличению энергопотребления и к увеличению численности и плотности населения. Так возник контур положительной обратной связи, своего рода «заколдованный круг» взаимного стимулирования роста населения и роста экономики; тот самый контур, который стал дестабилизирующим звеном системы ЧЭС: Ч+ +Э. Механизм, запущенный на заре цивилизации, продолжает работать до сих пор.

Но на протяжении нескольких тысячелетий нарастание этого механизма не таило угрозы саморазрушения. Только начиная с эпохи великих географических открытий взаимно стимулируемый рост населения и экономики приблизился к экспоненциальному. Заселение европейцами Америки и Австралии, формирование колониальных империй завершило расширение глобального ареала человечества. Этим территориально были определены экологические ниши больших популяций людей. Внутри них, благодаря возросшей продуктивности земледелия и углублению разделения труда, возникли условия быстрого развития промышленности, торговли и концентрации людей в городах.

Применение машин и ископаемого топлива позволило значительно повысить выход продукции земледелия, освоить новые территории и расширить площадь возделываемых земель. Но одновременно это сильно увеличило энергоемкость производства продуктов питания и обеспечения других потребностей человека. Вещественные концентраты энергии — уголь, нефть и газ — оказались для этого универсальной валютой и источниками богатства. К концу XX в. среднее потребление энергии, приходящееся на одного жителя планеты, в 25 раз превысило его потребность в энергии пищи. За последние 100 лет затраты энергии на производство 1 т пшеницы возросли в 100 раз и сейчас намного превышают энергию, содержащуюся в этой массе зерна.

На стыке с социальной средой техногенная среда содержит селитебную среду, т.е. среду жилищ и населенных пунктов, и производственную среду — среду рабочих мест и окружения производственных объектов. При некоторых видах деятельности, требующих изоляции от внешней среды (подводные и космические аппараты), человек оказывается целиком в искусственной среде.

Социальная среда человека — это определенным образом организованная совокупность связей людей — от семьи до этноса или государственного общества, в которой формируются и удовлетворяются психологические, культурные, социальные и экономические потребности личности. Без материальной среды человек не может жить как живое существо, без социальной среды человек не становится человеком в полном смысле слова, так как лишается культурного наследования. Уровень развития общества, ступень цивилизации, зависит и от структуры материальной среды — соотношения между природной и техногенной средой человека и от соотношения между материальной и социальной средой.

Определение среды человека есть в документах ООН и в правовых положениях некоторых стран. В Стокгольмской Декларации 1972 г. говорится:

Человек одновременно является продуктом и творцом своей среды, которая дает ему физическую основу для жизни и обеспечивает интеллектуальное, моральное, общественное и духовное развитие,..., поэтому для человеческого благосостояния и осуществления основных прав людей, включая и право на жизнь, важное значение имеют два аспекта — природная среда и та, которую создал человек.

### **13.2. Понятие экологического кризиса, ситуации и бедствия. Основные экологические кризисы в истории человечества**

Экологический кризис - это нарушение естественных природных процессов в биосфере в результате которого происходят быстрые изменения окружающей среды. Возникает напряжение во взаимоотношениях между человечеством и природой, связанное с несоответствием объема потребления природных компонентов человеческим обществом и ограниченными ресурсно-экологическими возможностями биосферы. При этом важно обратить внимание на различия в масштабах между глобальным, общим для биосферы экологическим кризисом и локальными или региональными экологическими нарушениями и локальными экологическими катастрофами

С концепцией экологического риска тесно связаны представления об экологическом кризисе. Создание ее вызвано необходимостью вскрыть причины, установить признаки, замедлить или предупредить развитие кризисной экологической ситуации, наметить основные пути ее преодоления.

В эволюции биосферы различают следующие основные этапы:

- 1) возникновение первичной биосферы с биотическим круговоротом;
- 2) период биогенеза — усложнение структуры многоклеточных организмов по чисто биологическим законам;
- 3) период ноогенеза — возникновение человеческого общества, разумная деятельность которого способствует превращению биосферы в ноосферу.

Таким образом, качественно новый этап в развитии биосферы наступил с возникновением человеческого общества. На первых этапах антропогенеза интенсивность воздействия людей на среду обитания не отличалась от воздействия других организмов. Получая из окружающей среды средства к существованию в таком

количестве, которое полностью восстанавливалось за счет естественных процессов биотического круговорота, люди возвращали в биосферу то, что использовалось другими организмами для их жизнедеятельности. Универсальная способность микроорганизмов разрушать органическое вещество, а растений превращать минеральные вещества в органические обеспечивала включение продуктов хозяйственной деятельности людей в биотический круговорот.

В настоящее время человек извлекает из биосферы сырье в значительном и все возрастающем количестве, а современная промышленность и сельское хозяйство производит или применяет вещества, не используемые другими видами организмов, иногда ядовитые. В результате этого биотический круговорот становится незамкнутым. Вода, атмосфера, почва загрязняются отходами производства, вырубаются леса, истребляются дикие животные, разрушаются природные биогеоценозы. Более того, человечество стоит перед проблемой экологического кризиса, т. е. такого состояния среды обитания, при котором вследствие происшедших в ней изменений среда обитания оказывается непригодной для жизни людей. Ожидаемый кризис по своему происхождению является антропогенным, так как к нему ведут изменения в природе Земли, развивающиеся в связи с воздействием на нее человечества.

Другими словами, экологический кризис — это напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Основные пути воздействия людей на природу заключаются в расходовании естественных богатств в виде минерального сырья, почв, водных ресурсов, загрязнения среды, истребления видов и разрушения биогеоценозов. Естественные богатства планеты делятся на невозполняемые и пополняемые. К первым, например, относятся полезные ископаемые, запасы которых ограничены и последствия нерациональной добычи и использования которых очевидны.

Использование так называемых пополняемых ресурсов должно быть также объективно со всех точек зрения обосновано, т. к. хищническое отношение к пополняемым природным ресурсам влечет за собой непоправимые изменения в биосфере. Например, истребление лесов, которое началось еще в доисторические времена, прежде всего нарушает водный режим планеты. Мелеют реки, их дно покрывается илом, что приводит к уничтожению нерестилищ и сокращению численности рыб. Уменьшаются запасы грунтовых вод, создается недостаток влаги в почве. Талая вода и дождевые стоки смывают, а ветры, не сдерживаемые лесной преградой, выветривают верхний почвенный слой. В результате возникает эрозия почвы. Древесина, ветви, кора, подстилка аккумулируют минеральные элементы питания растений. Уничтожение лесов ведет к вымыванию этих элементов из почвы и падению их плодородия. С вырубкой лесов гибнут населяющие их птицы, звери, насекомые-энтомофаги. в результате беспрепятственно размножаются вредители сельскохозяйственных культур. Лес очищает воздух от ядовитых загрязнений, он задерживает, в частности, радиоактивные осадки и препятствует их дальнейшему распространению, т. е. вырубка лесов устраняет важный компонент самоочищения воздуха. Уничтожение лесов на склонах гор является причиной образования оврагов и селевых потоков.

В результате нерационального землепользования человечество потеряло вследствие эрозии почв обширные территории, ставшие практически непригодными для землепользования.

Промышленные отходы, пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, радиоактивные вещества, образуемые при производстве и испытании ядерного оружия, загрязняют природную среду. Выбросы в атмосферу автомобильных газов, количество которых неуклонно возрастает, увеличивают содержание в биосфере угарного газа, свинца и других вредных веществ. Человеком истреблено огромное количество видов животных и растений. Отдельные виды (около 600) в настоящее время находятся на грани Полного истребления. Исчезновение вида не всегда обусловлено непосредственным уничтожением. Между, естественными и искусственными биоценозами происходит борьба за территорию, но человеческий труд является мощным и устойчивым фактором, поэтому искусственные биоценозы, сами по себе малоустойчивые, тем не менее теснят биоценозы естественные.

Деятельность человека изменяет структуру земной поверхности, отчуждая под сельхозугодья строительство населенных пунктов, коммуникаций, водохранилищ территорию, занимаемую природными биогеоценозами.

К числу отрицательных влияний на биосферу относится нерегулируемый промысел рыб, млекопитающих, беспозвоночных, водорослей, изменение химического состава вод, воздуха, почвы в результате сброса отходов промышленности, транспорта и сельскохозяйственного производства.

По мнению экспертов, экологическая ситуация, складывающаяся на земле, таит в себе опасность серьезных или необратимых изменений биосферы, которые и укладываются в понятие «экологический кризис». Такой исход неизбежен в том случае, если деятельность человечества не приобретет планомерный, согласующийся с законами существования и развития биосферы характер.

Имеется важное наблюдение: общим для всех антропогенных кризисов является то, что выход из них сопровождался, как правило, уменьшением численности народонаселения, его миграцией и социальными потрясениями, в некоторых случаях кризисы завершались сменой общественного строя. Так, первый антропогенный кризис вызвал расселение охотников, или «великое переселение народов». Переход к земледелию и скотоводству сопровождался разложением первобытно-общинного строя и возникновением рабовладельческого, которому сопутствовали опустынивание и истощение земельных ресурсов и переход к феодальному строю.

Для улучшения состояния биосферы предлагаются следующие методы защиты:

- 1) применение безотходных и малоотходных технологий,
- 2) разработка и применение норм предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в атмосфере, рабочей зоне, почве, водоемах и продуктах питания;
- 3) разработка и применение норм предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС), а так же мест размещения отходов по каждому экологически опасному предприятию;
- 4) использование способности элементов биосферы самоочищаться: высотные трубы для рассеивания вредных примесей в атмосфере, канализация в морские глубины вдали от берега, разбавление стоков чистой водой и др. Рассматривая вопросы состояния и охраны биосферы, необходимо оценивать качество природной среды, которое зависит, прежде всего, от наличия и концентрации в ней тех или иных загрязнений.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Экологическая ниша человека.

2) Экологические кризисы и катастрофы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Основная*

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

*Дополнительная*

1. *Реймерс, Н.Ф.* Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.
2. Закон Российской Федерации "Об охране окружающей среды". – М.: Республика, 2002. – 34 с.
3. *Акимова, Т.А.* Экология. Человек – экономика – биота – среда: Учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 455 с.

## Лекция 14

### СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС И ЕГО ПРИЗНАКИ

#### 14.1. Истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, опустынивание, обеднение генофонда, глобальные изменения климата

Современный кризис часто называют «кризисом редуцентов», поскольку природные редуценты уже не успевают очищать биосферу от антропогенных отходов или потенциально не способны это делать в силу чуждого природе характера выбрасываемых синтетических веществ — ксенобиотиков. Иначе говоря, биосфера потеряла способность к самовосстановлению. Почти одновременно с «кризисом редуцентов» активно проявляются два других экологических напряжения: термодинамическое (тепловое) и обусловленное снижением надежности экосистем. Связаны они с экологическими последствиями перепроизводства энергии в нижней тропосфере (парниковый эффект, строительство тепловых и атомных электростанций и т.д.), а также нарушения природного экологического равновесия. Указанные экологические кризисы (они уже начались и обостряются в ближайшем будущем), возможно, будут разрешены на основе энергетической и планируемой экологической революций. Первая, как считают ученые, будет заключаться в максимальной экономии энергии и переходе к ее источникам, почти не добавляющим тепло в приземной слой тропосферы, вторая — в регулируемой коэволюции (т.е. параллельной, совместной, взаимосвязанной эволюции всех живых существ биосферы) в системе «общество-природа», строительстве ноосферы.

За истекшее столетие в человеческом обществе произошли два важнейших сдвига. Во-первых, резко увеличилась численность населения Земли (до 6,0 млрд человек в 2000 г.) и имеется тенденция дальнейшего ее возрастания. Еще в начале 50-х годов эта цифра была вдвое меньше. Во-вторых, значительно выросли промышленное производство, выпуск энергии и продуктов сельского хозяйства, хотя и не адекватно росту населения. Человечество заявило о себе как сила, по мощности воздействия на поверхностные оболочки планеты почти не уступающая суммарному воздействию всех живых организмов. Обладая способностью влиять на вековой ход биосферных процессов, человечество создало техносферу. Техносфера — часть биосферы, преобразованная людьми с помощью прямого и косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия ее своим социально-экономическим потребностям. Экологический кризис (по И.И. Дедю) — ситуация, которая возникает в экологических системах (биогеоценозах) в результате нарушения равновесия под воздействием стихийных природных явлений или в результате воздействия антропогенных факторов (загрязнение человеком атмосферы, гидросферы, педосферы, разрушение естественных экосистем, природных комплексов, лесные пожары, зарегулирование рек, вырубка лесов и др.). В более широком смысле экологический кризис — критическая фаза в развитии биосферы, при которой происходит качественное обновление живого вещества (вымирание одних видов и возникновение других). Здесь уместно привести образное высказывание Ю.С. Шевчука (1991 г.): «...Экологический кризис — это кнут, которым природа направляет нас на единственно прогрессивный «зеленый» путь развития. Но это и топор, которым природа отсекает с дерева человечества тупиковые ветви».

Нарастание современного экологического кризиса во взаимоотношениях природы и общества связывают с научно-технической революцией. Грозные свидетельства нарастания общего экологического кризиса во взаимоотношениях общества и природы связаны с деградацией естественных природных экосистем, вызванной чрезмерной антропогенной нагрузкой на них, ростом народонаселения и загрязнением окружающей среды.

Традиционно главными направлениями обострения экологического кризиса называют следующие: во-первых, вывод из землепользования растущих размеров (площадей) культивируемых земель в результате чрезмерного употребления химических удобрений, засоления почв, ветряной и водной эрозии и т.д.

Во-вторых, все большее химическое воздействие на продукты земледелия и животноводства, воду и среду обитания человека, уничтожение лесов - все это, в конечном счете, влияет на жизнь и здоровье всех людей, не говоря о прямом уничтожении способности к воспроизводству природной среды.

В-третьих, растущий объем выброса в атмосферу Земли загрязнителей (сотни тысяч тонн окиси углерода, углеводорода, сернистого ангидрида и т.д.). Они уже сегодня, помимо всего прочего, ведут к постепенному уничтожению озонового защитного слоя вокруг атмосферы Земли с непредсказуемыми последствиями уже на ближайшую перспективу.

В-четвертых, стремительное наращивание отходов, превращение значительных земельных площадей в свалки различных промышленных отходов. В результате сокращаются полезные площади земли и расширяются территориальные очаги с повышенной опасностью для жизни людей.

В-пятых, особую опасность для жизни человека и природы представляет рост количества атомных электростанций. Приблизительный "сценарий" их возможного воздействия человечество получило в результате чернобыльской трагедии: смерть людей, омертвление городов, земель, лесов, воды, перенос по воздуху на тысячи километров особо опасных радиационных загрязнителей и их выпадение в виде осадков на города и села.

Как правило, люди предпринимают меры, чтобы, сократить масштабы локальных и региональных экологических катастроф, предотвратить их развитие. Для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия в России применяются определенные критерии. Эти критерии были утверждены Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ еще в 1992 г. На их основе проводят регулярные наблюдения и контроль за состоянием окружающей среды, чтобы определить изменения, вызванные антропогенным воздействием. Такие регулярные контрольные наблюдения называют мониторингом. Различают экологический мониторинг природных сред: воздушной, поверхностных вод и водных экосистем, геологической среды и наземных экосистем; и природных ресурсов.

Целями мониторинга состояния природных сред являются следующие:

оценка современного состояния природы;

определение масштабов изменений природных условий в результате хозяйственной деятельности;

исследования тенденций многолетних изменений экологического состояния территорий.

Мониторинг природных ресурсов включает наблюдение и контроль за состоянием атмосферного воздуха, водных, земных, минерально-сырьевых и биологических ресурсов. Для полноты и точности сведений об окружающей среде и природных

ресурсах необходим их мониторинг на разных уровнях: локальном, региональном, государственном и глобальном.

Идея создания всемирной системы слежения за состоянием и изменениями биосферы является центральной в Программе ЮНЕП при ООН по окружающей среде. В 1973 г. ей были предложены основные принципы системы наблюдений, в которых должны учитываться:

- возрастающая вероятность быстрых изменений окружающей среды в условиях интенсификации социально-экономического развития;

- наличие взаимосвязи изменения окружающей среды и социально-экономического развития, а также выделение параметров экологических изменений, которые наиболее чувствительны к внешним воздействиям;

- ряды данных по экологическим изменениям в прошлом.

В мониторинге принципиальное значение имеет выбор индикаторов (предметов или явлений, перемена состояния которых указывает на характер изменения свойств окружающей среды) экологических изменений и определение их приоритетов. К числу приоритетных индикаторов относятся следующие:

- энергопотребление: его эффективность, роль различных видов энергии, влияние на окружающую среду и др.;

- водные ресурсы, их типы, распределение по пользователям, потребление на единицу валового национального продукта и т.д.;

- возобновляемые природные ресурсы: производство продукции на единицу ресурсов, динамика лесов и сельскохозяйственных земель и пр.;

- уровень загрязнения окружающей среды;

- характеристики использования земель.

Основу для изучения масштабов и темпов антропогенных изменений на суше и в Мировом океане составляют сведения, полученные с помощью дистанционных спутниковых методов. Важно комбинированное использование результатов спутниковых и наземных наблюдений.

В России создана сеть станций по наблюдениям за состоянием окружающей среды. Так, в системе Росгидромета наблюдения за качеством атмосферного воздуха проводят 710 станций, в том числе в 260 городах. Контрольно-наблюдательная сеть других ведомств включает еще 50 станций. В составе Государственной службы наблюдений за состоянием атмосферного воздуха действуют также специализированные подсистемы мониторинга, в частности станции в биосферных заповедниках. На территории РФ развернута система Государственного мониторинга геологической среды, которая включает блок "Подземные воды", имеющий 15 тыс. наблюдательных пунктов, размещенных во всех регионах страны. Государственный мониторинг водных объектов проводится на 4 тыс. пунктах на разных водоемах: морях, реках, озерах, водохранилищах.

Понимание нарастающих кризисных ситуаций во взаимоотношениях общества и природы и возможность глобальной экологической катастрофы потребовали создания долгосрочных прогнозов развития биосферы и судьбы человечества. Были созданы несколько компьютерных моделей такого сопряженного развития. Авторы наиболее оптимистичных прогнозов утверждают, что благодаря новым технологиям, нововведениям, появившимся в последние 20 лет, возникли реальные возможности для снижения объема потребления ресурсов и уменьшения потоков загрязнения, циркулирующих в экономической системе, при одновременном повышении качества жизни людей. При этом считается, что Земля может обеспечить населению в 7,7 млрд.

человек комфортные условия жизни при высокой ее продолжительности и снижение уровня загрязнения окружающей среды. Вселяют оптимизм согласованные действия разных стран по созыву и проведению Конференции ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в Рио-де-Жанейро (Бразилия) в 1992 г. Конвенция о сохранении биологического разнообразия, подписанная в Рио-де-Жанейро, была ратифицирована Россией в 1995 г. Провозглашая общей задачей человечества сохранение биологического разнообразия (животных, растений, экологических систем) и устойчивое использование всех биологических ресурсов в интересах нынешнего и будущих поколений людей, конвенция рекомендует государствам-участникам разрабатывать национальные стратегии и принимать необходимые законодательные акты, формировать системы охраняемых территорий, содействовать сохранению экосистем и жизнеспособных популяций, принимать меры по восстановлению редких видов, поощрять эколого-природоохранное просвещение и научные исследования биоразнообразия. Особо отмечается обязательность проведения экологических экспертиз экономических проектов с участием природоохранной общественности.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Особенности современного экологического кризиса.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

#### *Дополнительная*

1. *Реймерс, Н.Ф.* Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.
2. *Промышленная экология: учебное пособие / Под ред. В.В. Денисова.* – М: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2007. – 720 с.
3. *Акимова, Т.А.* Экология. Человек – экономика – биота – среда: Учебник для студентов вузов / Т.А. Акимова. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. – 455 с.

## Лекция 15

### ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ БИОСФЕРЫ И ПРОПАГАНДА ИДЕИ ГАРМОНИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА И ПРИРОДЫ

#### 15.1. Изучение перспектив развития биосферы и пропаганда идеи гармонизации отношений человека и природы

Взаимоотношения природы и общества нельзя рассматривать вне противоречий, неизбежно возникающих и существующих между ними. История совместного существования человека и природы представляет собой единство двух тенденций. Во-первых, с развитием общества и его производительных сил постоянно и стремительно расширяется господство человека над природой. Сегодня это проявляется уже в планетарном масштабе. Во-вторых, постоянно углубляются противоречия, дисгармония между человеком и природой.

Природа, несмотря на все бесчисленное многообразие своих составных частей, есть единое целое. Именно поэтому воздействие человека на отдельные части внешне покорной и мирной природы одновременно оказывают влияние, причем независимо от воли людей, и на другие его составляющие. Результаты ответной реакции бывают порой непредсказуемы, они плохо поддаются прогнозированию. Человек распахивает землю, помогая росту полезных ему растений, но из-за ошибок в земледелии смывается плодородный слой. Вырубка лесов под сельхозугодья лишает почву достаточного количества влаги, и в результате поля вскоре становятся бесплодными. Уничтожение хищников снижает сопротивляемость травоядных и ухудшает их генофонд. Подобный “черный список” локальных воздействий человека и ответной реакции природы можно продолжать бесконечно. Сегодня экологическую ситуацию в мире можно охарактеризовать как близкую к критической. Первая Конференция ООН по окружающей среде в 1972 г. официально констатировала наличие на Земле глобального экологического кризиса всей биосферы. Сегодня налицо уже не локальные (региональные), а глобальные (всемирные) экологические проблемы: уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных; в значительной мере истреблен лесной покров; стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых; мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов; атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых норм. чистый воздух становится дефицитом; на Земле практически нет ни одного квадратного метра поверхности, где бы не находилось искусственно созданных человеком элементов.

С началом космических полетов проблемы экологии переместились и в открытое космическое пространство. Неутилизированные отходы от космической деятельности человека накапливаются в космосе, что также становится все более острой проблемой. Даже на Луне американские астронавты обнаружили многочисленные обломки и остатки от искусственных спутников Земли, посланных туда в свое время человечеством. Можно уже сегодня говорить о проблеме космической экологии. Не решен вопрос о влиянии космических полетов на появление озоновых дыр в атмосфере Земли.

Возникла еще одна неведомая ранее проблема — экология и здоровье человека. Загрязнение атмосферы, гидросферы и почвы привели к росту и изменению структуры человеческих заболеваний. Появляются новые болезни, принесенные цивилизацией:

аллергические, лучевые, токсические. Происходят генетические изменения в организме. В связи с крайне неблагоприятной экологической ситуацией в крупных промышленных городах во много раз увеличилось число заболеваний верхних дыхательных путей. Сверхвысокий ритм жизни и информационные перегрузки привели к тому, что кривая сердечно-сосудистых, нервно-психических, онкологических заболеваний сделала резкий скачок вверх.

Становится совершенно очевидной пагубность потребительского отношения человека к природе лишь как к объекту получения определенных богатств и благ. Для человечества сегодня жизненно необходимо изменение отношения к природе и в конечном счете к самому себе.

Каковы же пути решения экологических проблем. Прежде всего следует перейти от потребительского, технократического подхода к природе к поиску гармонии с нею. Для этого, в частности, необходим ряд целенаправленных мер по экологизации производства: применение природосберегающих технологий и производств, обязательная экологическая экспертиза новых проектов, а в идеале — создание безотходных технологий замкнутого цикла, безвредных как для природы, так и для здоровья человека. Необходим неумолимый жесткий контроль за производством продуктов питания, что уже осуществляется во многих цивилизованных странах.

Кроме того, нужна постоянная забота о поддержании динамического равновесия между природой и человеком. Человек должен не только брать у природы, но и отдавать ей (посадки лесов, рыборазведение, организация национальных парков, заповедников и т.п.).

Однако ощутимый эффект перечисленные и другие меры могут принести лишь при условии объединения усилий всех стран для спасения природы. Первая попытка такого международного объединения была сделана в начале нашего века. В ноябре 1913 г. в Швейцарии собралось первое международное совещание по вопросам охраны природы с участием представителей 18 крупнейших государств мира. Ныне межгосударственные формы сотрудничества выходят на качественно новый уровень. Заключаются международные концепции по охране окружающей среды, осуществляются различные совместные разработки и программы. Активна деятельность "зеленых" (общественных организаций по защите окружающей среды — "Гринпис"). Экологический интернационал Зеленого Креста и Зеленого Полумесяца в настоящее время разрабатывает программу по решению проблемы "озоновых дыр" в атмосфере Земли. Следует, однако, признать, что при весьма различном уровне социально-политического развития государств мира международное сотрудничество в экологической сфере еще весьма далеко от желаемого и необходимого уровня.

Другой мерой, направленной на улучшение взаимоотношений человека и природы, является разумное самоограничение в расходовании природных ресурсов, особенно энергетических источников, имеющих для жизни человечества важнейшее значение. Подсчеты международных экспертов показывают, что если исходить из современного уровня потребления, то запасов угля хватит на 430 лет, нефти — на 35 лет, природного газа — на 50. Срок, особенно по запасам нефти, не такой уж и большой. В связи с этим необходимы разумные структурные изменения в мировом энергобалансе в сторону расширения применения атомной энергии, а также поиск новых, эффективных, безопасных и максимально безвредных для природы источников энергии.

Еще одним важным направлением решения экологической проблемы является формирование в обществе экологического сознания, понимания природы как другого существа, над которым нельзя властвовать без ущерба для себя. Экологическое

обучение и воспитание в обществе должны быть поставлены на государственный уровень и проводиться с раннего детства.

С большим трудом, совершая мучительные ошибки, человечество постепенно все больше начинает осознавать необходимость перехода от потребительского отношения к природе к гармонии с ней.

Обучение и воспитание в обществе должны быть поставлены на государственный уровень и проводиться с раннего детства.

Гармонизация отношений между человеком и природой рассматривалась В.И. Вернадским и в концепции "живого вещества". Центральным в этой концепции является понятие о живом веществе, которое В. И. Вернадский определяет как совокупность живых организмов. Кроме растений и животных, В. И. Вернадский включает сюда и человечество, влияние которого на геохимические процессы отличается от воздействия остальных живых существ, во-первых, своей интенсивностью, увеличивающейся с ходом геологического времени; во-вторых, тем воздействием, какое деятельность людей оказывает на остальное живое вещество.

Это воздействие сказывается прежде всего в создании многочисленных новых видов культурных растений и домашних животных. Такие виды не существовали раньше и без помощи человека либо погибают, либо превращаются в дикие породы. Поэтому Вернадский рассматривает геохимическую работу живого вещества в неразрывной связи животного, растительного царства и культурного человечества как работу единого целого.

Несмотря на некоторые противоречия, учение Вернадского о биосфере представляет собой новый крупный шаг в понимании не только живой природы, но и ее неразрывной связи с исторической деятельностью человечества.

Еще одна концепция перспектив биосферы вязана с ноосферой. Биосфера существовала и функционировала как "момент жизни" самой жизнью создаваемый и управляемый. Но ситуация коренным образом изменилась, но ситуация коренным образом изменилась, когда появился главный компонент биосферы – человек. Он выступил как мощная геологическая сила, положившая начало преобразованию биосферы – началась эпоха ноосферы.

Термин ноосфера переводится буквально как сфера разума. Впервые его ввел в научный оборот в 1927 г. французский ученый Э. Леруа. Вместе с Тейяром де Шарденом он рассматривал ноосферу как некое идеальное образование, внебиосферную оболочку мысли, окружающую Землю. (Они вложили в этот термин особое содержание, истолковав его как некий надбиосферный "мыслительный пласт", как единый покой, окружающий Землю.)

Учение о ноосфере было сформулировано и в трудах одного из его основателей В.И. Вернадского. В его работах можно встретить разные определения и представления о ноосфере, которые к тому же менялись на протяжении жизни ученого. Вернадский начал развивать данную концепцию с начала 30-х гг. после детальной разработки учения о биосфере. Осознавая огромную роль и значение человека в жизни преобразовании планеты, В. И. Вернадский употребляет понятие "ноосфера" в разных смыслах: 1) как состояние планеты, когда человек становится крупнейшей преобразующей геологической силой; 2) как область активного проявления научной мысли; 3) как главный фактор перестройки и изменения биосферы.

Очень важным в учении В.И. Вернадского о ноосфере было то, что он впервые осознал и попытался осуществить синтез естественных и общественных наук при изучении проблемы глобальной деятельности человека, активно перестраивающего

окружающую среду. По его мнению, ноосфера уже есть качественно иная, высшая стадия биосферы, связанная с коренным преобразованием не только природы, но и человека. Это не просто сфера приложения знаний человека при высоком уровне техники, для этого достаточно понятия "техносфера"(понятие "техносфера" выражает совокупность технических устройств и систем вместе с областью технической деятельности человека. Ее структура достаточно сложна, так как включает в себя техногенное вещество, технические системы, живое вещество, верхнюю часть земной коры, атмосферу, гидросферу. Более того, с началом эры космических полетов техносфера вышла далеко за пределы биосферы и охватывает уже околоземный космос). Речь идет о таком этапе в жизни человечества, когда преобразующая деятельность человека будет основываться на строго научном и действительно разумном понимании всех происходящих процессов и обязательно сочетается с "интересами природы". В настоящее время под ноосферой понимается сфера взаимодействия человека и природы, в пределах которой разумная человеческая деятельность становится главным определяющим фактором развития. В структуре ноосферы можно выделить в качестве составляющих человечество, общественные системы, совокупность научных знаний, сумму техники и технологий в единстве с биосферой. Гармоничная взаимосвязь всех составляющих структуры есть основа устойчивого существования и развития ноосферы.

### **15.2. «Римский клуб» и принципы взаимоотношений с природой**

«Римский клуб» - международная научная (неправительственная) организация. Создана в Риме (1968) по инициативе итальянского экономиста Аурелио Печчеи (первый президент клуба). Объединяет около 100 человек, в том числе несколько десятков выдающихся ученых, лауреатов Нобелевской премии, из более чем 30 стран мира. Деятельность римского клуба направлена на разработку соответствующей тактики и стратегии по разрешению многих глобальных проблем, стоящих перед современным миром (истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, проблема продовольствия и др.). Главный девиз римского клуба — углублять понимание особенностей развития человечества в эпоху научно-технической революции. Основная форма работы — поощрение специальных исследований (проектов), собраний, на которых обсуждаются проекты соответствующих научных исследований, принимаются решения о публикации их результатов и т. п. Политическая программа римского клуба носит характер либерально-буржуазного реформизма. В социальной философии лидеров римского клуба эклектически смешаны концепции гуманизма, неомальтузианства, неокейсианства, технологических теорий и др. Деятельность римского клуба опирается на многонациональные финансово-промышленные корпорации, интеллектуальную “элику”, научно-техническую интеллигенцию. К позитивным сторонам деятельности римского клуба относятся: инициативы в области глобального моделирования, критика негативных тенденций развития западной цивилизации, попытки выявления возможных альтернатив развития человечества, поиски путей и средств гуманизации мира и человечества, осуждение гонки вооружений, призыв к объединению усилий мировой общественности для предотвращения ядерной войны, обеспечения безопасности народов, сохранения окружающей среды, достижения социального равенства, справедливости и свободы, повышения благосостояния людей; к негативным — сведение сложных закономерностей развития природы и общества к поискам “пределов” научно-

технического и социального прогресса (концепция пределов роста Форестера-Медоуза). В последних докладах римского клуба наблюдается стремление сохранить эти концепции, делается акцент на “внутренние” (социальные, психологические, культурные, политических и другие) факторы. Ученые-марксисты подвергли критике некоторые доклады римского клуба за слабость теоретико-методологической базы исследований, апологетический, в ряде случаев, характер, игнорирование необходимости коренных социальных преобразований для эффективного решения глобальных проблем. С конца 60-х годов XX века важнейшим направлением прогнозирования становится оценка глобальных перспектив человечества. В этой деятельности реализовало себя философское осмысление будущего, которое неожиданно для себя получило мощные аргументы детальных расчетов. Эта направленность прогностики во многом сформировалась под влиянием докладов Римскому клубу.

В работе Римского клуба участвовали и участвуют наши выдающиеся соотечественники. В разное время действительными членами клуба были академики Д. М. Гвишиани, Е. К. Федоров, В. Е. Примаков, А. А. Логунов, Ч. Айтматов, почетными членами — М. С. Горбачев и Б. Е. Патон.

Э. Ласло (США) под эгидой Римского клуба разработал проект «Цели для человечества». В нем обозначены цели человечества на разных уровнях (национальном, транснациональном и глобальном). Целями человечества провозглашаются безопасность, продовольственное обеспечение, оптимальное использование энергии и ресурсов, развитие экономики. Учитывая важность разработок автора, отметим, что пути реализации этой модели весьма проблематичны. Известные представители «Римского клуба» — Дж. Форрестор, а также группа профессора Д. Медоуза из Массачусетского технологического института (США). Форрестор, используя методы системного анализа, с помощью ЭВМ рассчитал возможные варианты будущего развития цивилизации и изложил их в книге «Мировые динамики» (1971). В 70 - 80-х гг. по инициативе членов Римского клуба был выполнен большой цикл работ по математическому моделированию мировой системы, анализу и прогнозу социальных, экономических и экологических процессов в ней.

Как писал еще в 1977 году основатель Римского клуба Аурелио Печчеи, «если род человеческий окажется не в состоянии поставить под контроль рост численности своего населения, то он не сможет решить ни одной из стоящих перед ним важных проблем». Большинство специалистов по проблемам народонаселения считает необходимой разработку конкретных региональных программ, учитывающих как напряженность демографической ситуации, так и традиции, культурные и политические, каждой страны и каждого конкретного региона.

Авторы моделей перспектив роста народонаселения пришли к выводу о том, что если темпы жителей, экономики, скорости истощения природных ресурсов будут увеличиваться в таких же масштабах, то к 2020—2040 гг. человечество окажется на пороге гибели в результате разрушения природной среды. Иными словами, деградация биосферы представляет ныне прямую угрозу нашей цивилизации, поскольку пределы возможных нагрузок уже достигнуты.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1) Ведущие направления в развитии экологического мышления.
- 2) Глобальные прогнозы развития человечества.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. *Николайкин, Н.И., Николайкина, Н.Е., Мелехова, О.П.* Экология: Учебник для вузов. / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М. : Дрофа, 2008. – 624 с.
2. *Коробкин, В.И., Передельский, Л.В.* Экология: учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. – 602 с.

### *Дополнительная*

1. *Черников, В.А., Алексахин, Р.М., Голубев, А.В.* Агроэкология / Под ред. В.А. Черникова, А. И. Чекереса. – М. : Колос, 2000. – 536 с.
2. *Медоуз, Д.Х., Рандерс, И., Медоуз, Д.Л.* Пределы роста. 30 лет спустя / Д.Х. Медоуз, И. Рандерс, Д.Л. Медоуз. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 342 с.
3. *Реймерс, Н.Ф.* Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дружкина, Т.А.** Скрининговая оценка экологического состояния городской среды по древесным культурам : монография / Т. А. Дружкина, Л. В. Лебедь, Н. Н. Гусакова. - Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. - 136 с. : ил. - ISBN 978-5-7011-0599-5.

2. **Маринченко, А.В.** Экология : учебное пособие / А. В. Маринченко. - 3-е изд., доп. и перераб. - М. : Дашков и К, 2009. - 328 с. - ISBN 978-5-91131-910-6.

б) дополнительная литература

1. **Горелов, А.А.** Экология : учебник / А. А. Горелов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 400 с. - (Высшее проф. образование). - ISBN 978-5-7695-4409-5.

2. **Дмитриев, В.В.** Прикладная экология : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Дмитриев, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 608 с. ISBN 978-5-7695-4196-4

3. **Дончева, А.В.** Экологическое проектирование и экспертиза: Практика : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Дончева. - М. : Аспект Пресс, 2005. - 286 с. - ISBN 5-7567-0166-4 ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления – М.: ИПК издательство стандартов. – 2001. – 21 с.

4. **Калмыков, С.И.** Общая экология с основами охраны окружающей среды : курс лекций / С. И. Калмыков, Б. Ю. Ламихов. - Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 300 с. - ISBN 978-5-7011-0651-0.

5. **Лебедь, Л.В.** Экологическая химия : учебное пособие / Л. В. Лебедь, Т. А. Дружкина, Н. Н. Гусакова. - Саратов : ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2009. - 140 с. - ISBN 978-5-7011-0615-2.

6. **Павлов, А.П.** Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / А. Н. Павлов. - М. : Высш. шк., 2005. - 343 с. : ил. - ISBN 5-06-004901-9 Волков, Ю.Г. Диссертация. Подготовка, защита, оформление / Ю.Г. Волков – Гардарики, 2005. – 185 с.

7. **Протасов, В.Ф.** Экология, охрана природы: Законы, кодексы, платежи, показатели, нормативы, ГОСТы, экологическая доктрина, Критотский протокол, термины и понятия, экологическое право : учебное пособие / В. Ф. Протасов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2006. - 379 с. - ISBN 5-279-03079-1.

8. **Прохоров, Б.Б.** Экология человека : учебник / Б. Б. Прохоров. - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 320 с. - (Высшее проф. образование. Естественные науки). - ISBN 5-7695-3083-9.

9. **Ручин, А.Б.** Экология популяций и сообществ : учебник / А. Б. Ручин. - М. : Академия, 2006. - 352 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Естественные науки). - ISBN 5-7695-2962-8.

10. Сельскохозяйственная экология (интерактивный курс) : учебно-практическое пособие / И. В. Сергеева [и др.] ; ФГБОУ ВПО СГАУ. - Саратов : Научная книга, 2012. - 118 с. - ISBN 978-5-9758-1427-2.

11. **Трифенова, Т.А.** Прикладная экология: учеб. пособ. для вузов / Т.А. Трифенова, Н.В. Селиванова, Н.В. Мищенко. – М. : Гаудеамус, 2007. – 384 с. ISBN 978-5-98426-056-5.

12. Экология : учебник; рек. МО РФ / ред.: Г. В. Тягунов, Ю. Г. Ярошенко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Логос, 2005. - 504 с. : ил. - ISBN 5-94010-364-2.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Современные аспекты прикладной экологии</b> .....	4
1.1. Объект прикладной экологии.....	4
1.2. Современные отрасли и дисциплины прикладного экологического профиля.....	6
1.3. Разработка принципов и практических мер, направленных на охрану живой природы как на видовом, так и экосистемном уровне.....	14
1.4. Особо охраняемые территории и природные объекты.....	14
1.5. Красные книги.....	16
Вопросы для самоконтроля.....	16
Список литературы.....	17
<b>Лекция 2. Значение искусственных экосистем для рационального природопользования</b> .....	18
2.1. Понятие и классификация антропогенных экосистем.....	18
2.2. Агроэкосистемы: классификация, функционирование.....	18
2.3. Круговорот веществ и поток энергии в агроэкосистеме.....	19
2.4. Урбоэкосистемы: структура, особенности влияния на здоровье человека.....	19
2.5. Нарушения в экосистеме почв в результате антропогенного воздействия в урбоэкосистемах.....	21
2.6. Роль лесных насаждений в функционировании урбоэкосистем.....	22
2.7. Искусственные лесные насаждения как пример антропогенных экосистем.....	22
2.8. Круговорот веществ и потоки энергии в лесопосадках и городских лесонасаждениях.....	24
2.9. Транспортные коммуникации в урбоэкосистемах.....	25
Вопросы для самоконтроля.....	25
Список литературы.....	25
<b>Лекция 3. Проблемы деградации окружающей среды</b> .....	27
3.1. Деградация земель, лесов, деградация экосистем и исчезновение видов. Деградация водных объектов.....	27
3.2. Деградация лесов.....	30
Вопросы для самоконтроля.....	31
Список литературы.....	31
<b>Лекция 4. Экстремальные природные условия</b> .....	32
4.1. Подходы и методы выделения территорий с экстремальными условиями.....	32
Вопросы для самоконтроля.....	35
Список литературы.....	35
<b>Лекция 5. Экологическое нормирование в отечественной практике и за рубежом</b> .....	36
5.1. Экологическая регламентация хозяйственной деятельности.....	36
5.2. Понятие оценки, виды оценок.....	38
5.3. Возможные подходы к оценке антропогенных воздействий.....	39
5.4. Нормирование допустимых уровней воздействия.....	41

5.5. Санитарно-гигиенические нормативы.....	41
5.6. Производственно-хозяйственные нормативы.....	42
Вопросы для самоконтроля.....	43
Список литературы.....	43
<b>Лекция 6. Современные подходы к расчету экологического ущерба.....</b>	<b>44</b>
6.1. Оценка воздействия на окружающую среду.....	44
6.2. Участники и исполнители ОВОС и их функции.....	45
6.3. Методы ОВОС.....	46
6.4. Исследования по оценке воздействия на окружающую среду.....	47
6.5. Содержание проекта заявления о воздействии на окружающую среду...	48
6.6. Государственная экологическая экспертиза.....	50
Вопросы для самоконтроля.....	51
Список литературы.....	52
<b>Лекция 7. Мониторинг окружающей среды в концепции устойчивого развития.....</b>	<b>53</b>
7.1. Понятие и задачи мониторинга.....	53
7.2. Классификация видов мониторинга.....	53
7.3. Исследование влияния антропогенных факторов на экосистемы различных уровней с целью разработки экологически обоснованных норм воздействия хозяйственной деятельности человека на живую природу.....	54
Вопросы для самоконтроля.....	58
Список литературы.....	58
<b>Лекция 8. Мониторинг окружающей среды в концепции устойчивого развития.....</b>	<b>59</b>
8.1. Тест-методы анализа состояния окружающей среды: плюсы и минусы экологического мониторинга с использованием экспрессных методов.....	59
8.2. Методы биотестирования.....	61
Вопросы для самоконтроля.....	63
Список литературы.....	63
<b>Лекция 9. Мониторинг окружающей среды в концепции устойчивого развития.....</b>	<b>64</b>
9.1. Переход к устойчивому развитию.....	64
9.2. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие человеческого общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды.....	65
9.3. Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие в России.....	67
Вопросы для самоконтроля.....	67
Список литературы.....	68
<b>Лекция 10. Предмет и основные понятия социально-прикладной экологии.....</b>	<b>69</b>
10.1. Предмет и основные понятия социально-прикладной экологии.....	69
10.2. Место человека в биосфере.....	70
10.3. Среда человека и её компоненты.....	71
Вопросы для самоконтроля.....	72
Список литературы.....	72
<b>Лекция 11. Классификация искусственных экосистем.....</b>	<b>74</b>
11.1. Классификация искусственных экосистем.....	74

11.2. Артеприрода, квазиприрода, социальная среда, материальная среда, природная среда.....	75
11.3. Техносфера. Основные компоненты техносферы.....	77
Вопросы для самоконтроля.....	81
Список литературы.....	81
<b>Лекция 12. Современное состояние проблемы сохранения природных ресурсов.....</b>	<b>83</b>
12.1. Ресурсы экосферы, ресурсы техносферы. Исчерпаемые и неисчерпаемые ресурсы.....	83
12.2. Естественная классификация ресурсов: земельные, водные, энергетические, биоресурсы и минеральные ресурсы.....	84
Вопросы для самоконтроля.....	86
Список литературы.....	87
<b>Лекция 13. Экологическая ниша человека.....</b>	<b>88</b>
13.1. Экологическая ниша человека.....	88
13.2. Понятие экологического кризиса, ситуации и бедствия. Основные экологические кризисы в истории человечества.....	90
Вопросы для самоконтроля.....	92
Список литературы.....	93
<b>Лекция 14. Современный экологический кризис и его признаки.....</b>	<b>94</b>
14.1. Истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды, опустынивание, обеднение генофонда, глобальные изменения климата.....	94
Вопросы для самоконтроля.....	97
Список литературы.....	97
<b>Лекция 15. Изучение перспектив развития биосферы и пропаганда идеи гармонизации отношений человека и природы.....</b>	<b>98</b>
15.1. Изучение перспектив развития биосферы и пропаганда идеи гармонизации отношений человека и природы.....	98
15.2. «Римский клуб» и принципы взаимоотношений с природой.....	101
Вопросы для самоконтроля.....	102
Список литературы.....	103
<b>Библиографический список.....</b>	<b>104</b>
<b>Содержание.....</b>	<b>105</b>