ЛЕКЦИИ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ЛЕКЦИЯ 1. ЭКОЛОГИЯ. КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ

**1. Предмет и задачи экологии**

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

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

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

В составе общей экологии выделяют следующие основные разделы:

* аутэкологию, исследующую индивидуальные связи отдель­ного организма (виды, особи) с окружающей его средой;
* популяционную экологию (демоэкологию), в задачу которой входит изучение структуры и динамики популяций отдель­ных видов. Популяционную экологию рассматривают и как специальный раздел аутэкологии;
* синэкологию (биоценологию), изучающую взаимоотношение популяций, сообществ и экосистем со средой.

Для всех этих направлений главным является изучение вы­живания живых существ в окружающей среде и задачи перед ними стоят преимущественно биологического свойства — изу­чить закономерности адаптации организмов и их сообществ к окружающей среде, саморегуляцию, устойчивость экосистем и биосферы, и т. д.

В изложенном выше понимании общую экологию нередко называют биоэкологией, когда хотят подчеркнуть ее биоцентричность.

С точки зрения фактора времени экология дифференциру­ется на историческую и эволюционную.

Кроме того, экология классифицируется по конкретным объ­ектам и средам исследования, т.е. различают экологию живот­ных, экологию растений и экологию микроорганизмов.

В последнее время роль и значение биосферы как объекта экологического анализа непрерывно возрастают. Особенно боль­шое значение в современной экологии уделяется проблемам взаимодействия человека с окружающей средой. Выдвижение на первый план этих разделов в экологической науке связано с резким усилением взаимного отрицательного влияния челове­ка и среды, возросшей ролью экономических, социальных и нравственных аспектов в связи с резко негативными последст­виями научно-технического прогресса.

Таким образом, современная экология не ограничивается только рамками биологической дисциплины, трактующей от­ношения главным образом животных и растений, она превра­щается в междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие проблемы взаимодействия человека с окружающей средой. Ак­туальность и многогранность этой проблемы, вызванной обо­стрением экологической обстановки в масштабах всей плане­ты, привела к «экологизации» многих естественных, техниче­ских и гуманитарных наук.

Например, на стыке экологии с другими отраслями знаний продолжается развитие таких новых направлений, как инже­нерная экология, геоэкология, математическая экология, сель­скохозяйственная экология, космическая экология и т. д.

Соответственно более широкое толкование получил и сам термин «экология», а экологический подход при изучении взаи­модействия человеческого общества и природы был признан основополагающим.

Экологическими проблемами Земли как планеты занима­ется интенсивно развивающаяся глобальная экология, основ­ным объектом изучения которой является биосфера как гло­бальная экосистема. В настоящее время появились и такие спе­циальные дисциплины, как социальная экология, изучающая взаимоотношения в системе «человеческое общество — приро­да», и ее часть — экология человека (антропоэкология), в кото­рой рассматривается взаимодействие человека как биосоциаль­ного существа с окружающим миром.

Современная экология тесно связана с политикой, эконо­микой, правом (включая международное право), психологией и педагогикой, так как только в союзе с ними возможно пре­одолеть технократическую парадигму мышления и выработать новый тип экологического сознания, коренным образом меняю­щий поведение людей по отношению к природе.

С научно-практической точки зрения вполне обосновано де­ление экологии на теоретическую и прикладную.

Теоретическая экология вскрывает общие закономерности организации жизни.

Прикладная экология изучает механизмы разрушения био­сферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природ­ных ресурсов. Научную основу прикладной экологии составля­ет система общеэкологических законов, правил и принципов.

Из приведенных выше понятий и направлений следует, что задачи экологии весьма многообразны.

В общетеоретическом плане к ним относятся:

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

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

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

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

Таким образом, экология становится одной из важнейших наук будущего и, «возможно, само существование человека на нашей планете будет зависеть от ее прогресса» (Ф. Дре, 1976).

В XVII-XVIII вв. экологические сведения составляли зна­чительную долю во многих биологических описаниях (А. Рео­мюр, 1734; А. Трамбле, 1744, и др.). Элементы экологическо­го подхода содержались в исследованиях русских ученых И. И. Лепехина, А. Ф. Миддендорфа, С. П. Крашенинникова, французского ученого Ж. Бюффона, шведского естествоиспы­тателя К. Линнея, немецкого ученого Г. Йегера и др.

В этот же период Ж.-Б. Ламарк (1744-1829) и Т. Маль­тус (1766-1834) впервые предупреждают человечество о воз­можных негативных последствиях воздействия человека на природу.

**2. История развития экологии**

Экология своими корнями уходит в далекое прошлое. По­требность в знаниях, определяющих «отношение живого к ок­ружающей его органической и неорганической среде», возник­ла очень давно. Достаточно вспомнить труды Аристотеля (384­322 до н. э.), Плиния Старшего (23-79 н. э.), Р. Бойля (1627­1691) и др., в которых обсуждалось значение среды обитания в жизни организмов и приуроченность их к определенным ме­стообитаниям, чтобы убедиться в этом.

В истории развития экологии можно выделить три основ­ных этапа.

Первый этап — зарождение и становление экологии как нау­ки (до 60-х гг. XIX в.). На этом этапе накапливались данные о взаимосвязи живых организмов со средой их обитания, дела­лись первые научные обобщения.

Второй этап — оформление экологии в самостоятельную отрасль знаний (после 60-х гг. XIX в.). Начало этапа ознаме­новалось выходом работ русских ученых К. Ф. Рулье (1814— 1858), Н. А. Северцова (1827-1885), В. В. Докучаева (1846­1903), впервые обосновавших ряд принципов и понятий эко­логии, которые не утратили своего значения и до настоящего времени. Не случайно поэтому американский эколог Ю. Одум (1975) считает В. В. Докучаева одним из основоположников экологии. В конце 70-х гг. XIX в. немецкий гидробиолог К. Мё­биус (1877) вводит важнейшее понятие о биоценозе как о за­кономерном сочетании организмов в определенных условиях среды.

Неоценимый вклад в развитие основ экологии внес Ч. Дар­вин (1809-1882), вскрывший основные факторы эволюции ор­ганического мира. То, что Ч. Дарвин называл «борьбой за су­ществование», с эволюционных позиций можно трактовать как взаимоотношения живых существ с внешней абиотической сре­дой и между собой, т. е. с биотической средой.

Немецкий биолог-эволюционист Э. Геккель (1834-1919) пер­вый понял, что это самостоятельная и очень важная область биологии, и назвал ее экологией (1866). В своем капитальном труде «Всеобщая морфология организмов» он писал: «Под эко­логией мы понимаем сумму знаний, относящихся к экономике природы: изучение всей совокупности взаимоотношений жи­вотного с окружающей его средой, как органической, так и не­органической, и прежде всего — его дружественных или враж­дебных отношений с теми животными и растениями, с кото­рыми он прямо или косвенно вступает в контакт. Одним сло­вом, экология — это изучение всех сложных взаимоотноше­ний, которые Дарвин назвал «условиями, порождающими борь­бу за существование».

Как самостоятельная наука экология окончательно офор­милась в начале XX столетия. В этот период американский уче­ный Ч. Адамс (1913) создает первую сводку по экологии, пуб­ликуются другие важные обобщения и сводки (В. Шелфорд, 1913, 1929; Ч. Элтон, 1927; Р. Гессе, 1924; К. Раункер, 1929 идр.). Крупнейший русский ученый XX в. В. И. Вернадский создает фундаментальное учение о биосфере.

В 30-е и 40-е гг. экология поднялась на более высокую сту­пень в результате нового подхода к изучению природных сис­тем. Сначала А. Тенсли (1935) выдвинул понятие об экосисте­ме, а несколько позже В. Н. Сукачев (1940) обосновал близкое этому представление о биогеоценозе. Следует отметить, что уровень отечественной экологии в 20-40-х гг. был одним из самых высоких в мире, особенно в области фундаментальных разработок. В этот период в нашей стране работали такие вы­дающиеся ученые, как академики В. И. Вернадский и В. Н. Су­качев, а также крупные экологи В. В. Станчинский, Э. С. Бауэр, Г. Г. Гаузе, В. Н. Беклемишев, А. Н. Формозов, Д. Н. Кашка- ров и др.

Во второй половине XX в. в связи с прогрессирующим за­грязнением окружающей среды и резким усилением воздей­ствия человека на природу экология приобретает особое зна­чение.

Начинается третий этап (50-е гг. XX в. — до настоящего времени) — превращение экологии в комплексную науку, вклю­чающую в себя науки об охране природной и окружающей че­ловека среды. Из строгой биологической науки экология пре­вращается в «значительный цикл знания, вобрав в себя разде­лы географии, геологии, химии, физики, социологии, теории культуры, экономики...» (Реймерс, 1994).

Современный период равития экологии в мире связан с име­нами таких крупных зарубежных ученых, как Ю. Одум, Дж. М. Андерсен, Э. Пианка, Р. Риклефс, М. Бигон, А. Швей­цер, Дж. Харпер, Р. Уиттекер, Н. Борлауг, Т. Миллер, Б. Небел и др. Среди отечественных ученых следует навать И. П. Гераси­мова, А. М. Гилярова, В. Г. Горшкова, В. И. Данилова-Даниль- яна, Ю. А. Израэля, Ю. Н. Куражсковского, К. С. Лосева, Н. Н. Моисеева, Н. П. Наумова, В. Ф. Протасова, Н. Ф. Реймер- са, В. В. Розанова, Ю. М. Свирижева, В. Е. Соколова, В. Д. Фе­дорова, С. С. Шварца, А. В. Яблокова, А. Л. Яншина и др.

Первые природоохранные акты на Руси известны с IX- XII вв. (например, свод законов Ярослава Мудрого «Русская Правда», в которых были установлены правила охраны охот­ничьих и бортничьих угодий). В XIV—XVII вв. на южных гра­ницах Русского государства существовали «засечные леса»,

своеобразные охраняемые территории, на которых были за­прещены хозяйственные рубки. История сохранила более 60 природоохранных указов Петра I. При нем же началось изу­чение богатейших природных ресурсов России. В 1805 г. в Мо­скве было основано общество испытателей природы. В конце XIX — начале XX в. возникло движение за охрану редких объ­ектов природы. Трудами выдающихся ученых В. В. Докучае­ва, К. М. Бэра, Г. А. Кожевникова, И. П. Бородина, Д. Н. Ану­чина, С. В. Завадского и других были заложены научные ос­новы охраны природы.

Начало природоохранной деятельности Советского госу­дарства совпало с рядом первых декретов, начиная с «Декре­та о земле» от 26 октября 1917 г., который заложил основы природопользования в стране.

Именно в этот период зарождается и получает законода­тельное выражение основной вид природоохранной деятель­ности — охрана природы.

В период 30-40-х гг. в связи с эксплуатацией природных богатств, вызванной главным образом ростом масштабов ин­дустриализации в СССР, охрана природы стала рассматривать­ся как «единая система мероприятий, направленная на защиту, развитие, качественное обогащение и рациональное использо­вание природных фондов страны» (из резолюции Первого Все­российского съезда по охране природы, 1929 г.).

Таким образом, в России появился новый вид природо­охранной деятельности — рациональное использование при­родных ресурсов.

В 50-е г. дальнейшее развитие производительных сил в стране, усиление негативного влияния человека на природу обусловили необходимость создания еще одной формы, ре­гулирующей взаимодействие общества и природы, — охра­ны среды обитания человека. В этот период принимаются республиканские законы об охране природы, которые про­возглашают комплексный подход к природе не только как к источнику природных ресурсов, но и как к среде обитания человека. К сожалению, еще торжествовала лысенковская псевдонаука, канонизировались слова И. В. Мичурина о не­обходимости не ждать милости от природы.

В 60-80-е гг. в СССР практически ежегодно принимались правительственные постановления об усилении охраны приро­ды (об охране бассейна Волги и Урала, Азовского и Черного морей, Ладожского озера, Байкала, промышленных городов Кузбасса и Донбасса, Арктического побережья). Продолжался процесс создания природоохранного законодательства, издава­лись земельные, водные, лесные и иные кодексы.

Эти постановления и принятые законы, как показала практика их применения, не дали необходимых результа­тов — губительное антропогенное воздействие на природу продолжалось. В 1986 г. на Чернобыльской АЭС произошла крупнейшая за всю историю развития человечества экологи­ческая катастрофа. Сегодня Россия продолжает находиться в сложной экологической ситуации.

Для более детального ознакомления с историей развития экологического учения рекомендуем материал, изложенный в монографии В.Т. Богучарскова (2005).

3. Значение экологического образования

В настоящее время стихийное развитие взаимоотношений с природой представляет опасность для существования не только отдельных объектов, территорий, стран и т. п., но и для всего человечества.

Это объясняется тем, что человек тесно связан с живой при­родой происхождением, материальными и духовными потреб­ностями, но, в отличие от других организмов, эти связи приня­ли такие масштабы и формы, что это может привести (и уже приводит!) к практически полному вовлечению живого покро­ва планеты (биосферы) в жизнеобеспечение современного об­щества, поставив человечество на грань экологической ката­строфы.

Человек, благодаря данному ему природой разуму, стремится обеспечить себе «комфортные» условия среды, быть независи­мым от ее физических факторов, например, от климата, от нехватки пищи, избавиться от вредных для него животных и рас­тений (но совсем не «вредных» для остального живого мира!) и т. п. Поэтому человек, прежде всего, отличается от других ви­дов тем, что взаимодействует с природой через создаваемую им культуру, т.е. человечество в целом, развиваясь, создает на Земле культурную среду благодаря передаче из поколения в поколение своего трудового и духовного опыта. Но, как отмечал К. Маркс, «культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно... оставляет после себя пустыню».

Остановить стихийное развитие событий помогут лишь зна­ния о том, как ими управлять, и в случае с экологией эти зна­ния должны «овладеть массами», по крайней мере большей ча­стью общества, что возможно лишь через всеобщее экологиче­ское образование людей, начиная со школьной скамьи и закан­чивая вузом.

Экологические знания необходимы каждому человеку, что­бы сбылась мечта многих поколений мыслителей о создании достойной человека среды, для чего надо построить прекрас­ные города, развить настолько совершенные производитель­ные силы, которые смогли бы обеспечить гармонию человека и природы. Но эта гармония невозможна, если люди враждеб­но настроены друг к другу, и тем более, если идут войны, что, к сожалению, имеет место. Как справедливо отметил амери­канский эколог Б. Коммонер в начале 70-х гг., «поиски исто­ков любой проблемы, связанной с окружающей средой, приво­дят к неоспоримой истине, что коренная причина кризиса за­ключена не в том, как люди взаимодействуют с природой, а в том, как они взаимодействуют друг с другом... и что, наконец, миру между людьми и природой должен предшествовать мир между людьми».

Таким образом, экологические знания позволяют осознать всю пагубность войны и распрей между людьми, ведь за этим кроется не просто гибель людей и даже цивилизаций: это при­ведет к всеобщей экологической катастрофе, к гибели всего че­ловечества. Значит, важнейшее из экологических условий вы­живания человека и всего живого — это мирная жизнь на Зем­ле. Именно к этому должен и будет стремиться экологически образованный человек.

Но было бы несправедливо строить всю экологию «вокруг» только человека. Да и собственно экология, как мы уже пока­зали выше, возникла для решения задач изучения взаимодей­ствия всего живого с неживой природой и организмов между собой. Человек — такой же организм, и изоляция его от жи­вотных и растений дикой природы существенно сказывается на его здоровье. Домашние животные и растения не могут полно­стью заменить дикую природу. Изменение, а тем более унич­тожение природной среды влечет за собой пагубные последст­вия для жизни человека. Экологические знания позволяют ему убедиться в этом и принимать правильное решение с целью охраны природы, в том числе и на бытовом уровне. Они позво­ляют ему понять, что человек и природа — единое целое и пред­ставления о возможности господства над природой довольно призрачны и примитивны.

Экологически образованный человек не допустит «стихий­ного» отношения к окружающей его среде жизни. Он будет бо­роться против экологического варварства, а если в нашей стра­не таких людей станет большинство, то они обеспечат нормаль­ную жизнь своим потомкам, решительно став на защиту дикой природы от алчного наступления «дикой» цивилизации, преоб­разуя и совершенствуя саму цивилизацию, находя наилучшие, «экологически чистые» варианты взаимоотношения природы и общества.

Отсюда следует, что в настоящее время остановить нару­шение экологических законов можно, только подняв на долж­ную высоту экологическую культуру каждого члена общества, а это возможно сделать прежде всего через образование, через изучение основ экологии. Что особенно важно для специали­стов в области наук технического направления, в первую оче­редь для инженеров-строителей, инженеров в области химии, нефтехимии, металлургии, машиностроения, пищевой и добы­вающей промышленности и т. д. Настоящий учебник и пред­назначен для широкого круга студентов, обучающихся в основ­ном по техническим направлениям и специальностям вузов. По замыслу авторов, он должен дать основные представления по главным направлениям теоретической и прикладной экологии и заложить основы экологической культуры будущего специалиста, основанной на глубоком понимании высшей ценности — гармоничного развития человека и природы.

ЛЕКЦИЯ 2. Организм как живая целостная система

**1. Уровни биологической организации и экология**

Ген, клетка, орган, организм, популяция, сообщество (био­ценоз) — главные уровни организации жизни. Экология изу­чает уровни биологической организации от организма до эко­систем. В ее основе, как и всей биологии, лежит теория эволю­ционного развития органического мира Ч. Дарвина, базирую­щаяся на представлении о естественном отборе. В упрощен­ном виде его можно представить так: в результате борьбы за существование выживают наиболее приспособленные организ­мы, которые передают выгодные признаки, обеспечивающие выживание, своему потомству, которое может их развить даль­ше, обеспечив стабильное существование данному типу орга­низмов в данных конкретных условиях среды. Если условия эти изменятся, то выживают организмы с более благоприят­ными для новых условий признаками, переданными им по на­следству, и т. д.

Материалистические представления о происхождении жиз­ни и эволюционную теорию Ч. Дарвина можно объяснить лишь с позиций экологической науки. Поэтому не случайно, что вслед за открытием Дарвина (1859) появился термин «экология» Э. Геккеля (1866). Роль среды, т.е. физических факторов, в эво­люции и существовании организмов не вызывает сомнений. Эта среда была названа абиотической, а составляющие ее от­дельные части (воздух, вода и др.) и факторы (температура и др.) называют абиотическими компонентами, в отличие от био­тических компонентов, представленных живым веществом. Взаимодействуя с абиотической средой, т. е. с абиотическими компонентами, они образуют определенные функциональные системы, где живые компоненты и среда — «единый цельный организм». тем, которые различаются по принципам организации и мас­штабам явлений. Они отражают иерархию природных сис­тем, при которой меньшие подсистемы составляют большие системы, сами являющиеся подсистемами более крупных систем.

Свойства каждого отдельного уровня значительно слож­нее и многообразнее предыдущего. Но объяснить это можно лишь частично на основе данных о свойствах предшествую­щего уровня. Иными словами, нельзя предсказать свойства каждого последующего биологического уровня исходя из свойств отдельных составляющих его более низких уровней, подобно тому, как нельзя предсказать свойства воды исходя из свойств кислорода и водорода. Такое явление называют эмерджентностъю — наличием у системного целого особых свойств, не присущих его подсистемам и блокам, а также сум­ме других элементов, не объединенных системообразующи­ми связями.

Экология изучает правую часть «спектра», изображенного на рис. 1.1, т. е. уровни биологической организации от орга­низмов до экосистем. В экологии организм рассматривается как целостная система, взаимодействующая с внешней сре­дой, как абиотической, так и биотической. В этом случае в наше поле зрения попадает такая совокупность, как биологический вид, состоящий из сходных особей, которые, тем не менее, как индивидуумы отличаются друг от друга. Они точно так же не­похожи, как не похож один человек на другого, тоже относя­щиеся к одному виду. Но всех их объединяет единый для всех генофонд, обеспечивающий их способность к размножению в пределах вида. Не может быть потомства от особей различных видов, даже близкородственных, объединенных в один род, не говоря уже о семействе и более крупных таксонах, объединяю­щих еще более «далеких родственников».

Поскольку каждый отдельный индивид (особь) имеет свои специфические особенности, то и отношение их к состоянию среды, к воздействию ее факторов различное. Например, по­вышение температуры часть особей может не выдержать и погибнуть, но популяция всего вида выживает за счет других, более приспособленных.

Популяция — это совокупность особей одного вида. Ге­нетики обычно добавляют как обязательный момент — спо­собность этой совокупности к самовоспроизведению. Эколо­ги же, учитывая обе эти особенности, подчеркивают некую изолированность в пространстве и во времени аналогичных совокупностей одного и того же вида (Гиляров, 1990).

Изолированность в пространстве и во времени аналогич­ных популяций отражает реальную природную структуру био­ты. В реальной природной среде многие виды рассеяны на огромных пространствах, поэтому изучать приходится некую видовую группировку в пределах определенной территории. Некоторые из группировок достаточно хорошо приспосабли­ваются к местным условиям, образуя так называемый эко­тип. Эта даже небольшая группа особей, связанных между собой генетически, может дать начало большой популяции, причем весьма устойчивой достаточно длительное время. Это­му способствуют адаптивность особей к абиотической среде, внутривидовая конкуренция и др.

Однако настоящих одновидовых группировок и поселе­ний в природе не существует, и мы обычно имеем дело с группировками, состоящими из многих видов. Такие груп­пировки называются биологическими сообществами, или био­ценозами.

Биоценоз — совокупность совместно обитающих популя­ций разных видов микроорганизмов, растений и животных. Термин «биоценоз» впервые применил Мёбиус (1877), изучая группу организмов устричной банки, т. е. с самого начала это сообщество организмов было ограничено неким «географиче­ским» пространством, в данном случае границами отмели. В дальнейшем это пространство было названо биотопом, под которым понимаются условия окружающей среды на опреде­ленной территории: воздух, вода, почвы и подстилающие их горные породы. Именно в этой окружающей среде существу­ют растительность, животный мир и микроорганизмы, состав­ляющие биоценоз.

Понятно, что компоненты биотопа не просто существуют рядом, а активно взаимодействуют между собой, создавая определенную биологическую систему, которую академик В. Н. Су­качев назвал биогеоценозом. В этой системе совокупность абиотических и биотических компонентов имеет «...свою, осо­бую специфику взаимодействий» и «определенный тип обмена веществом и энергией их между собой и другими явлениями природы» (Сукачев, 1971). Схема биогеоценоза показана на рис. 1.2. Эта известная схема В. Н. Сукачева, скорректированая Г.А. Новиковым (1979).



Рис. 1. Схема биогеоценоза (по Г.А. Новикову, 1979)

Термин «биогеоценоз» был предложен В. Н. Сукачевым в конце 30-х гг. Представления Сукачева в дальнейшем легли в основу биогеоценологии — целого научного направления в био­логии, занимающегося проблемами взаимодействия живых организмов между собой и с окружающей их абиотической средой.

Однако несколько раньше, в 1935 г., английским ботани­ком А. Тенсли был введен термин «экосистема». Экосистема, по А. Тенсли, — «совокупность комплексов организмов с ком­плексом физических факторов его окружения, т. е. факторов местообитания в широком смысле». Подобные определения есть и у многих других известных экологов, например, Ю. Одума, К. Вилли, Р. Уиттекера, К. Уатта.

Многие сторонники экосистемного подхода на Западе счи­тают термины «биогеоценоз» и «экосистема» синонимами, в частности Ю. Одум (1975, 1986).

Однако, видя определенные отличия, ряд российских уче­ных не разделяют этого мнения. Тем не менее большинство не считают такие отличия существенными и ставят знак ра­венства между приведенными понятиями. Это тем более не­обходимо, что термин «экосистема» широко применяется в смежных науках, особенно природоохранного содержания.

Особое значение для выделения экосистем имеют трофи­ческие, т. е. пищевые, взаимоотношения организмов, регу­лирующие всю энергетику биотических сообществ и всей эко­системы в целом.

Прежде всего все организмы делятся на две большие груп­пы — автотрофов и гетеротрофов.

Автотрофные организмы используют неорганические ис­точники для своего существования, тем самым создавая орга­ническую материю из неорганической. К таким организмам относятся фотосинтезирующие зеленые растения суши и вод­ной среды, сине-зеленые водоросли, некоторые хемосинтези­рующие бактерии и др.

Гетеротрофные организмы потребляют только готовые органические вещества. К ним относятся все животные и че­ловек, грибы и др. Гетеротрофы, потребляющие мертвую ор­ганику, называются сапротрофами (например, грибы), а спо­собные жить и развиваться в живых организмах за счет жи­вых тканей — паразитами (например, клещи).

Поскольку организмы достаточно разнообразны по видам и формам питания, то они вступают между собой в сложные трофические взаимодействия, тем самым выполняя важней­шие экологические функции в биотических сообществах. Одни из них производят продукцию, другие потребляют, третьи — преобразуют ее в неорганическую форму. Их называют соот­ветственно: продуценты, консументы и редуценты.

Продуценты — производители продукции, которой потом питаются все остальные организмы, — это наземные зеленые растения, микроскопические морские и пресноводные водоросли, производящие органические вещества из неорганиче­ских соединений.

Консументы — это потребители органических веществ. Среди них есть животные, потребляющие только раститель­ную пищу, — травоядные (корова), или питающиеся только мясом других животных — плотоядные (хищники), а также потребляющие и то, и другое — «всеядные» (человек, мед­ведь).

Редуценты (деструкторы) — восстановители. Они воз­вращают вещества из отмерших организмов снова в нежи­вую природу, разлагая органику до простых неорганических соединений и элементов (например, на CO2, NO2 и H2O). Воз­вращая в почву или в водную среду биогенные элементы, они, тем самым, завершают биохимический круговорот. Это делают в основном бактерии, большинство других микроор­ганизмов и грибы. Функционально редуценты — это те же самые консументы, поэтому их часто называют микроконсу- ментами.

А. Г. Банников (1977) полагает, что и насекомые также играют важную роль в процессах разложения мертвой орга­ники и в почвообразовательных процессах.

Микроорганизмы, бактерии и другие более сложные фор­мы в зависимости от среды обитания подразделяют на аэроб­ные, т. е. живущие при наличии кислорода, и анаэробные — живущие в бескислородной среде.

**2. Развитие организма как живой целостной системы**

Организм — любое живое существо. Он отличается от неживой природы определенной совокупностью свойств, при­сущих только живой материи: клеточная организация; обмен веществ при ведущей роли белков и нуклеиновых кислот, обес­печивающий гомеостаз организма — самовозобновление и поддержание постоянства его внутренней среды. Живым ор­ганизмам присущи движение, раздражимость, рост, развитие, размножение и наследственность, а также приспособляемость к условиям существования — адаптация.

Взаимодействуя с абиотической средой, организм высту­пает как целостная система, включающая в себя все более низкие уровни биологической организации (левая часть «спек­тра», см. рис. 1.1). Все эти части организма (гены, клетки, клеточные ткани, целые органы и их системы) являются ком­понентами и системами доорганизменного уровня. Измене­ние одних частей и функций организма неизбежно влечет за собой изменение других его частей и функций. Так, в изме­няющихся условиях существования, в результате естествен­ного отбора те или иные органы получают приоритетное раз­витие. Например, мощная корневая система у растений за­сушливой зоны (ковыль) или «слепота» в результате редук­ции глаз у ночных животных, а также у животных сущест­вующих в темноте (крот).

Живые организмы обладают обменом веществ, или ме­таболизмом, при этом происходит множество химических реакций. Примером таких реакций могут служить дыхание, которое еще Лавуазье и Лаплас считали разновидностью го­рения, или фотосинтез, посредством которого зеленые рас­тения связывают солнечную энергию, а результаты дальней­ших процессов метаболизма используются всем растени­ем, и др.

Как известно, в процессе фотосинтеза кроме солнечной энергии используются диоксид углерода и вода.

Практически весь диоксид углерода (CO2) поступает из ат­мосферы, и днем ее движение направлено вниз, к растениям, где осуществляется фотосинтез и выделяется кислород. Дыха­ние — процесс обратный, и движение CO2 ночью направлено вверх, и идет поглощение кислорода. Некоторые микроорганизмы, бактерии способны создавать органические соединения и за счет других компонентов, напри­мер за счет соединений серы. Такие процессы называются хе­мосинтезом.

Обмен веществ в организме происходит только при уча­стии особых макромолекулярных белковых веществ — фермен­тов, выполняющих роль катализаторов. Каждая биохимиче­ская реакция в процессе жизни организма контролируется осо­бым ферментом, который в свою очередь контролируется еди­ничным геном. Изменение гена, называемое мутацией, приво­дит к изменению биохимической реакции вследствие измене­ния фермента, а в случае нехватки последнего и к выпадению соответствующей ступени метаболической реакции.

Однако не только ферменты регулируют процессы метабо­лизма. Им помогают коферменты. Это крупные молекулы, частью которых являются витамины — вещества, необходимые для обмена веществ всех организмов — бактерий, зеленых рас­тений, животных и человека. Отсутствие витаминов ведет к болезням: нарушается обмен веществ.

Наконец, для ряда метаболических процессов необходи­мы особые химические вещества, называемые гормонами, которые вырабатываются в различных местах (органах) ор­ганизма и доставляются в другие места кровью или посред­ством диффузии. Гормоны осуществляют в любом организ­ме общую химическую координацию метаболизма и помога­ют в этом деле, например нервной системе животных и че­ловека.

На молекулярно-генетическом уровне особенно чувстви­тельно воздействие загрязняющих веществ, ионизирующей и ультрафиолетовой радиации. Они вызывают нарушение гене­тических систем, структуры клеток и подавляют действие фер­ментных систем. Все это приводит к болезням человека, жи­вотных и растений, угнетению и даже уничтожению видов организмов.

Метаболические процессы протекают с различной интен­сивностью на протяжении всей жизни организма, всего пути его индивидуального развития. Этот его путь от зарождения и до конца жизни называется онтогенезом. Онтогенез представляет собой совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований, претерпе­ваемых организмом за весь период жизни.

Онтогенез включает рост организма, т. е. увеличение мас­сы и размеров тела, и дифференциацию, т. е. возникновение различий между однородными клетками и тканями, приводя­щее их к специализации по выполнению различных функций в организме. У организмов с половым размножением онтоге­нез начинается с оплодотворенной клетки (зиготы). При бес­полом размножении — с образованием нового организма пу­тем деления материнского тела или специализированной клет­ки, путем почкования, а также от корневища, клубня, лукови­цы и т. п.

Каждый организм в онтогенезе проходит ряд стадий раз­вития. Для организмов, размножающихся половым путем, раз­личают зародышевую (эмбриональную) стадию, послезароды­шевую (постэмбриональную) и период развития взрослого ор­ганизма. Зародышевый период заканчивается выходом заро­дыша из яйцовых оболочек, а у живородящих — рождением. Важное экологическое значение для животных имеет перво­начальный этап послезародышевого развития — протекающий по типу прямого развития или по типу метаморфоза. В пер­вом случае идет постепенное развитие во взрослую форму (цы­пленок — курица, и т. д.), во втором — развитие происходит вначале в виде личинки, которая существует и питается само­стоятельно, прежде чем превратится во взрослую особь (го­ловастик — лягушка). У ряда насекомых личиночная стадия позволяет пережить неблагоприятное время года (низкие тем­пературы, засуху и т. д.)

В онтогенезе растений различают рост, развитие (форми­руется взрослый организм) и старение (ослабление биосинтеза всех физиологических функций и смерть). Основной особенно­стью онтогенеза высших грибов и большинства водорослей яв­ляется чередование бесполого (спорофит) и полового (гемато­фит) поколений.

Процессы и явления, проходящие на онтогенетическом уров­не, т. е. на уровне индивида (особи), — это необходимое и весь­ма существенное звено функционирования всего живого.

Процессы онтогенеза могут быть нарушены на любой стадии действием химического, светового и теплового загрязнения сре­ды и привести к появлению уродов или даже к гибели индиви­дов на послеродовой стадии онтогенеза.

Современный онтогенез организмов сложился в течение длительной эволюции, в результате их исторического разви­тия — филогенеза. Не случайно в 1866 г. этот термин ввел Э. Геккель: для целей экологии необходима реконструкция эво­люционных преобразований животных, растений и микроорга­низмов. Этим занимается наука филогенетика, которая бази­руется на данных трех наук — морфологии, эмбриологии и па­леонтологии.

Взаимосвязь между развитием живого в историко-эволю­ционном плане и индивидуальным развитием организма сфор­мулирована Э. Геккелем в виде биогенетического закона: он­тогенез всякого организма есть краткое и сжатое повторение филогенеза данного вида. Иными словами, вначале в утробе матери (у млекопитающих и др.), а затем, появившись на свет, индивид в своем развитии повторяет в сокращенном виде исто­рическое развитие своего вида.

ЛЕКЦИЯ 3. Взаимодействие организма и среды

**1. Понятие о среде обитания и экологических факторах**

Абиотическими факторами называют всю совокупность факторов неорганической среды, влияющих на жизнь и распространение животных и растений. Среди них различают физические, химические и эдафические. Нам представляется, что не следует недооценивать экологическую роль естественных геофизических полей.

Физические факторы — это те, источником которых служит физическое состояние или явление (механическое, волновое и др.). Например, температура — если она высокая, будет ожог, если очень низкая — обмораживание. На действие температуры могут повлиять и другие факторы: в воде — течение, на суше — ветер и влажность, и т. п.

Химические факторы — это те, которые происходят от химического состава среды. Например, соленость воды, если она высокая, жизнь в водоеме может вовсе отсутствовать (Мертвое море), но в то же время, в пресной воде не могут жить большинство морских организмов. От достаточности содержания кислорода зависит жизнь животных на суше и в воде, и т. п.

Эдафические факторы, т. е. почвенные, — это совокупность химических, физических и механических свойств почв и горных пород, оказывающих воздействие как на организмы, живущие в них, т. е. для которых они являются средой обитания, так и на корневую систему растений. Хорошо известны влияния химических компонентов (биогенных элементов), температуры, влажности, структуры почв, содержания гумуса и т. п. на рост и развитие растений.

Естественные геофизические поля оказывают глобальное экологическое воздействие на биоту Земли и человека. Хорошо известно экологическое значение, например, магнитного, электромагнитного, радиоактивного и других полей Земли.

Геофизические поля также являются физическими факторами, но имеют литосферную природу, более того, можно с полным основанием считать, что и эдафические факторы имеют преимущественно литосферную природу, так как средой их возникновения и действия является почва, которая формируется из горных пород поверхностной части литосферы, поэтому мы их и объединили в одну группу.

Однако не только абиотические факторы влияют на организмы. Организмы образуют сообще­ства, где им приходится бороться за пищевые ресурсы, за обладание определенными пастбищами или территорией охоты, т. е. вступать в конкурентную борьбу между собой как на внутривидовом, так и, особенно, на межвидовом уровне. Это уже факторы живой природы, или биотические факторы.

Биотические факторы — совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания (Хрусталев и др., 1996). В последнем случае речь идет о способности самих организмов в определенной степени влиять на условия обитания. Например, в лесу под влиянием растительного покрова создается особый микроклимат, или микросреда, где по сравнению с открытым местообитанием создается свой температурно­влажностной режим: зимой здесь на несколько градусов теплее, летом — прохладнее и влажнее. Особая микросреда создается также в дуплах деревьев, в норах, пещерах и т. п.

Особо следует отметить условия микросреды под снежным покровом, которая имеет уже чисто абиотическую природу. В результате отепляющего действия снега, которое наиболее эффективно при его толщине не менее 50-70 см, в его основании, примерно в 5-сантиметровом слое, живут зимой мелкие животные-грызуны, так как температурные условия для них здесь благоприятны (от 0 до минус 2 °С). Благодаря этому же эффекту сохраняются под снегом всходы озимых злаков — ржи, пшеницы. В снегу от сильных морозов прячутся и крупные животные — олени, лоси, волки, лисицы, зайцы и др., ложась в снег для отдыха.

Внутривидовые взаимодействия между особями одного и того же вида складываются из группового и массового эффектов и внутривидовой конкуренции. Групповой и массовый эффекты — термины, предложенные Грассе (1944), обозначают объединение животных одного вида в группы по две или более особей и эффект, вызванный перенаселением среды. В настоящее время чаще всего эти эффекты называются демографическими факторами. Они характеризуют динамику численности и плотность групп организмов на популяционном уровне, в основе которой лежит внутривидовая конкуренция, которая в корне отличается от межвидовой. Она проявляется в основном в территориальном поведении животных, которые защищают места своих гнездовий и известную площадь в округе. Так действуют многие птицы и рыбы.

Межвидовые взаимоотношения значительно более разнообразны (см. рис.1.3). Два живущие рядом вида могут вообще никак не влиять друг на друга, могут влиять и благоприятно, и неблагоприятно. Возможные типы комбинаций и отражают различные виды взаимоотношений:

нейтрализм — оба вида независимы и не оказывают никакого действия друг на друга;

конкуренция — каждый из видов оказывает на другой неблагоприятное воздействие;

мутуализм — виды не могут существовать друг без друга;

протокооперация (содружество) — оба вида образуют сообщество, но могут существовать и раздельно, хотя сообщество приносит им обоим пользу;

комменсализм — один вид, комменсал, извлекает пользу от сожительства, а другой вид — хозяин не имеет никакой выгоды (взаимная терпимость);

аменсализм — один вид, аменсал, испытывает от другого угнетение роста и размножения;

паразитизм — паразитический вид тормозит рост и размножение своего хозяина и даже может вызвать его гибель;

хищничество — хищный вид питается своей жертвой.

Межвидовые отношения лежат в основе существования биотических сообществ (биоценозов).

Антропогенные факторы — факторы, порожденные человеком и воздействующие на окружающую среду (загрязнение, эрозия почв, уничтожение лесов и т. д.), рассматриваются в прикладной экологии (см. «Часть II» настоящего учебника).

Среди абиотических факторов довольно часто выделяют климатические (температура, влажность воздуха, ветер и др.) и гидрографические — факторы водной среды (вода, течение, соленость и др.).

Большинство факторов, качественно и количественно, изменяются во времени. Например, климатические — в течение суток, сезона, по годам (температура, освещенность и др.).

Факторы, изменения которых во времени повторяются регулярно, называют периодическими. К ним относятся не только климатические, но и некоторые гидрографические — приливы и отливы, некоторые океанские течения. Факторы, возникающие неожиданно (извержение вулкана, нападение хищника и т. п.), называются непериодическими.

Подразделение факторов на периодические и непериодические (Мончадский, 1958) имеет очень большое значение при изучении приспособленности организмов к условиям жизни.

**2. Основные представления об адаптациях организмов**

Адаптация (лат. приспособление) — приспособление организмов к среде. Этот процесс охватывает строение и функции организмов (особей, видов, популяций) и их органов. Адаптация всегда развивается под воздействием трех основных факторов — изменчивости, наследственности и естественного отбора (равно как и искусственного, — осуществляемого человеком).

Основные адаптации организмов к факторам внешней среды наследственно обусловлены. Они формировались на историко-эволюционном пути биоты и изменялись вместе с изменчивостью экологических факторов. Организмы адаптированы к постоянно действующим периодическим факторам, но среди них важно различать первичные и вторичные.

Первичные — это те факторы, которые существовали на Земле еще до возникновения жизни: температура, освещенность, приливы, отливы и др. Адаптация организмов к этим факторам наиболее древняя и наиболее совершенная.

Вторичные периодические факторы являются следствием изменения первичных: влажность воздуха, зависящая от температуры; растительная пища, зависящая от цикличности в развитии растений; ряд биотических факторов внутривидового влияния и др. Они возникли позднее первичных, и адаптация к ним не всегда четко выражена.

В нормальных условиях в местообитании должны действовать только периодические факторы, непериодические — отсутствовать.

Непериодические факторы обычно воздействуют катастрофически: могут вызвать болезни или даже смерть живого организма. Человек использовал это в своих интересах, искусственно вводя периодические факторы, — введением химической отравы уничтожает вредные для него организмы: паразитов, вредителей сельхозкультур, болезнетворных бактерий, вирусы и т. п. Но оказалось, что длительное воздействие этого фактора также может вызвать к нему адаптацию: насекомые адаптировались к ДДТ, бактерии и вирусы — к антибиотикам и т. д.

Источником адаптации являются генетические изменения в организме — мутации, возникающие как под влиянием естественных факторов на историко-эволюционном этапе, так и в результате искусственного влияния на организм. Мутации разнообразны и их накопление может даже привести к дезинтеграционным явлениям, но благодаря отбору мутации и их комбинирование приобретают значение «ведущего творческого фактора адаптивной организации живых форм» (БСЭ. 1970. Т. 1).

На историко-эволюционном пути развития на организмы действуют абиотические и биотические факторы в комплексе. Известны как успешные адаптации организмов к этому комплексу факторов, так и «безуспешные», т. е. вместо адаптации вид вымирает.

Прекрасный пример успешной адаптации — эволюция лошади в течение примерно 60 млн лет от низкорослого предка до современного и красивейшего быстроногого животного с высотой в холке до 1,6 м. Противоположный этому пример — сравнительно недавнее (десятки тысяч лет назад) вымирание мамонтов. Высокоаридный, субарктический климат последнего оледенения привел к исчезновению растительности, которой питались эти животные, кстати, хорошо приспособленные к низким температурам (Величко, 1970). Кроме того, высказываются мнения, что в исчезновении мамонта «повинен» и первобытный человек, которому тоже надо было выжить: мясо мамонтов употреблялось им в качестве пищи, а шкура — спасала от холода.

В приведенном примере с мамонтами недостаток растительной пищи вначале ограничивал количество мамонтов, а ее исчезновение привело к их гибели. Растительная пища выступала здесь в виде лимитирующего фактора. Эти факторы играют важнейшую роль в выживании и адаптации организмов.

**3. Лимитирующие факторы**

Впервые на значение лимитирующих факторов указал немецкий агрохимик Ю. Либих в середине ХЕХ в. Он установил закон минимума: урожай (продукция) зависит от фактора, находящегося в минимуме. Если в почве полезные компоненты в целом представляют собой уравновешенную систему и только какое-то вещество, например, фосфор, содержится в количествах, близких к минимуму, то это может снизить урожай. Но оказалось, что даже те же самые минеральные вещества, очень полезные при оптимальном содержании их в почве, снижают урожай, если они в избытке. Значит, факторы могут быть лимитирующими, находясь и в максимуме.

Таким образом, лимитирующими экологическими факторами следует называть такие факторы, которые ограничивают развитие организмов из-за их недостатка или избытка по сравнению с потребностью (оптимальным содержанием). Их иногда называют ограничивающими факторами.

Что касается закона минимума Ю. Либиха, то он имеет ограниченное действие и только на уровне химических веществ. Р. Митчерлих показал, что урожай зависит от совокупного действия всех факторов жизни растений, включая сюда температуру, влажность, освещенность и т. д.

Различия в совокупном и изолированном действиях относятся и к другим факторам. Например, с одной стороны, действие отрицательных температур усиливается ветром и высокой влажностью воздуха, но с другой — высокая влажность ослабляет действие высоких температур и т. д. Но несмотря на взаимовлияние факторов, все-таки они не могут заменить друг друга, что и нашло отражение в законе независимости факторов В. Р. Вильямса: условия жизни равнозначны, ни один из факторов жизни не может быть заменен другим. Например, нельзя действие влажности (воды) заменить действием углекислого газа или солнечного света и т. д.

Наиболее полно и в наиболее общем виде всю сложность влияния экологических факторов на организм отражает закон толерантности В. Шелфорда: отсутствие или невозможность процветания определяется недостатком (в качественном или количественном смысле) или, наоборот, избытком любого из ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. Эти два предела называют пределами толерантности.

Относительно действия одного фактора можно проиллюстрировать этот закон так: некий организм способен существовать при температуре от минус 5 до плюс 25 0С, т. е. диапазон его толерантности лежит в пределах этих температур. Организмы, для жизни которых требуются условия, ограниченные узким диапазоном толерантности по величине температуры, называют стенотермными («стено» — узкий), а способные жить в широком диапазоне температур — эвритермными («эври» — широкий).

Подобно температуре действуют и другие лимитирующие факторы, а организмы по отношению к характеру их воздействия называют, соответственно, стенобионтами и эврибионтами. Например, говорят, организм стенобионтен по отношению к влажности или эврибионтен к климатическим факторам и т. п. Организмы, эврибионтные к основным климатическим факторам, наиболее широко распространены на Земле.

Диапазон толерантности организма не остается постоянным — он, например, сужается, если какой либо из факторов близок к какому-либо пределу или при размножении организма, когда многие факторы становятся лимитирующими. Значит, и характер действия экологических факторов при определенных условиях может меняться, т. е. он может быть, а может и не быть лимитирующим. При этом нельзя забывать, что организмы и сами способны снизить лимитирующее действие факторов, создав, например, определенный микроклимат (микросреду). Здесь возникает своебразная компенсация факторов, которая наиболее эффективна на уровне сообществ, реже — на видовом уровне.

Такая компенсация факторов обычно создает условия для физиологической акклиматизации вида-эврибиота, имеющего широкое распространение, который, акклиматизируясь в данном конкретном месте, создает своеобразную популяцию, которую называют экотипом, пределы толерантности которой соответствуют местным условиям. При более глубоких адаптационных процессах здесь могут появиться и генетические расы.

Итак, в природных условиях организмы зависят от состояния критических физических факторов, от содержания необходимых веществ и от диапазона толерантности самих организмов к этим и другим компонентам среды.

**4.** **Ресурсы живых существ как экологические факторы**

«Ресурсы живых существ — это по преимуществу вещества, из которых состоят их тела, энергия, вовлекаемая в процессы их жизнедеятельности, а также места, где протекают те или иные фазы их жизненных циклов» (Бигон и др., 1989).

Зеленое растение создается из неорганических молекул и ионов — вода, углекислый газ, кислород, биогенные вещества — и солнечной радиации в результате фотосинтеза. Неорганические компоненты здесь можно рассматривать как пищевой ресурс, а свет как ресурс энергетический.

Сами растения являются пищевым ресурсом для травоядных животных, травоядные — ресурс для хищников, те и другие — пищевой ресурс для паразитов, а после гибели — для деструктуров.

Перераспределение вещества и энергии между консументами происходит при конкурентной борьбе за пищевые ресурсы, что вынуждает, например, животных охранять свои места охоты. Такие места, а также территории, где организмы размножаются, проходят стадии своего развития по типу метаморфоза и т. п., относят к ресурсам среды для определенного вида организмов, популяций и биоценозов.

Классификация ресурсов

Ресурсы живых существ можно разделить на незаменимые и взаимозаменяемые. Незаменимые ресурсы — это когда один не в состоянии заменить другой, который, в свою очередь, становится жестким лимитирующим фактором.

Ресурсы могут выступать лимитирующим фактором, поскольку никто не отменял закона толерантности при использовании компонентов среды как ресурсов. Здесь в полной мере, в особенности относительно высших растений, действует закон независимости факторов В. Р. Вильямса, причем, каждый из ресурсов (CO2, H2O, K, S, P, N и др.) добывается независимо от других и, зачастую, своим особым способом.

При высокой ресурсной обеспеченности незаменимые ресурсы вызывают явление ингибирования — они становятся токсичными, превращаясь в лимитирующие факторы, выходящие за верхний предел толерантности к ним организмов. Например, в результате загрязнения почв создается избыток калия, кадмия и т. п. для растений, при вырубке леса — избыток света для тенелюбивых растений и др.

Взаимозаменяемые ресурсы — это когда любой из двух ресурсов можно заменить другим, при этом они могут быть и различного качества, т. е. взаимозаменяемость это еще не значит равноданность. Они могут быть взаимодополняющими и антагонистическими.

У плотоядных животных практически любую поедаемую ими пищу, т. е. добычу, можно заменить другой в том же объеме: одну косулю — несколькими зайцами, зайца — десятками мелких грызунов и т. п. Но взаимозаменяемые ресурсы могут быть взаимодополняющими, если при совместном потреблении обоих ресурсов в совокупности их требуется меньше, чем при раздельном потреблении. Например, чтобы получить одни и те же калории при питании, можно съесть отдельно определенный объем риса, или, тоже отдельно, определенный объем бобов. Но если их употреблять совместно, то совмещенный объем съеденного риса и бобов будет меньше при тех же калориях.

Однако может быть и наоборот: при совместном потреблении ресурсов для поддержания жизни организмов обоих ресурсов расходуется больше, чем при раздельном потреблении. Такие ресурсы называются антагонистическими. Такое бывает, если, например, один ресурс содержит одно токсичное соединение, а второй — другое, то поедание обоих ресурсов неблагоприятнее сказывается на росте организмов, чем если бы они питались одним из ресурсов.

Экологическое значение незаменимых ресурсов

В результате морфологических и физиологических адаптаций возникает некое соответствие между организмом и средой, но оно еще не гарантирует выживание организма в этой среде, если он не сможет найти свое место в сложной цепи биологических взаимодействий как на внутривидовом, так и на межвидовом уровнях. Первое испытание — это конкуренция на внутривидовом уровне за ресурсы.

Единственным ресурсом энергии для зеленых растений является свет. Лучистая солнечная энергия — это единственный из ресурсов, который действует в одном направлении, а остальные (вода, углекислый газ, биогенные вещества) используются многократно, вовлекаемые в биологический круговорот веществ. Важнейшее значение для популяций растений имеет ее распределение, где первейшую роль играет листовой полог леса или посевов полей сельхозкультур, состоящий из ярусов свето- и тенелюбивых растений. Количество солнечной энергии, которое используется растением на фотосинтез, должно быть пропорционально освещенной площади листьев. А эта площадь — величина переменная, зависящая от формы и расположения листьев, а также высоты солнца над горизонтом и интенсивности солнечного излучения.

Но даже при благоприятных условиях, при ярком солнечном освещении, интенсивность фотосинтеза может не достигать максимума (Бигон и др., 1989). Максимальные же значения эффективного использования лучистой энергии у растений составляют 3-4,5% у морских микроскопических водорослей, 1-3% — в тропических лесах, 0,6-1,2% — в лесах умеренного пояса и 0,6% — в посевах сельхозкультур. На таких значениях эффективности использования световых ресурсов и держится вся энергетика экосистемы.

Диоксид углерода так же незаменимый ресурс в фотосинтезе, но проблем с его недостатком не возникает.

Более того, избыток CO2 может интенсифицировать фотосинтез даже при некоторой недостаточной освещенности, например, в нижних ярусах густого леса, где его содержание несколько повышенное.

Вода это не только компонент фотосинтеза, но и незаменимая составляющая клеточной протоплазмы. Для подавляющего большинства растений основной источник воды — почва. Во многих случаях вода становится лимитирующим фактором из-за ограниченных ее количеств в почве, но она может быть и лимитирующей при максимальном водонасыщении почвы. Большинство растений гибнет при подтоплении как вследствие отсутствия аэрации корневой системы, так и вследствие «отравления» сероводородом, выделенным анаэробными бактериями. Однако ряд высших растений с корневой системой в виде трубчатых корней, способны жить в этих почвах, так как по этой трубчатой системе осуществляется доступ воздуха к корневой системе.

Минеральные ресурсы — это извлекаемые растением из почвы биогенные микро- и макроэлементы. Без них рост растений, т. е. образование органических молекул, невозможен. Минеральные ресурсы «добываются» корневой системой растений, их доступность неразрывно связана с доступностью воды, а наличие и количественный состав зависят от содержания биогенных веществ в почве.

Кислород в наземных сообществах не является пока лимитирующим ресурсом, но растворимость в воде у него значительно меньше, чем у углекислого газа, поэтому в водной среде кислород является лимитирующим ресурсом. Для всех существ, кроме анаэробов, кислород — незаменимый ресурс.

Гидробионты, чтобы выжить в условиях лимитирующего действия кислорода, должны либо постоянно поддерживать ток воды через жабры (рыбы), либо иметь очень большую поверхность тела (ракообразные), либо обладать способностью к медленному дыханию (личинки некоторых насекомых), либо возвращаться на поверхность, чтобы сделать вдох (киты, дельфины и др.).

Экологическое значение пищевых ресурсов

Пищевые ресурсы — это сами организмы. Автотрофные (фото- и хемосинтезирующие) организмы становятся ресурсами для гетеротрофов, принимая участие в пищевой цепи, где каждый предшествующий потребитель превращается в пищевой ресурс для следующего потребителя.

Питательная ценность растений и животных различна. Важнейшее отличие растительной пищи в том, что растительные клетки окружены стенками, состоящими из целлюлозы, лигнина и других веществ, представляющих собой волокна, неусвояемые многими животными — консументами. Но наличие этих стенок — основная причина высокого содержания углерода в растениях — потенциального источника больших количеств энергии. Эта энергия доступна лишь животным, обладающими целлюлазами, способными расщеплять целлюлозу и лигнин: некоторые бактерии, многие грибы, улитки и др.

Травоядным животным, для того чтобы переварить растительную пищу, необходимо ее тщательно пережевывать (жвачные животные), а птицы перетирают ее в своем мускулистом желудке. Плотоядным же вообще жевать ничего не нужно, так как в мясе жертвы все компоненты, необходимые им для жизни, содержатся в готовом к усвоению виде, поэтому этот корм можно и целиком заглотнуть.

В пищеварительном тракте травоядных животных, рубце, поселяются микроорганизмы, обладающие способностью расщеплять целлюлозу и помогать им переварить растительный корм. Кроме того, при разложении растений многие микробы извлекают из них питательные вещества (азот и др.), а уже микробную клетку животному легче усвоить. По этой же причине, животные- детритофаги поедают растительный детрит, обильно заселенный микроорганизмами.

Различные ткани и органы растений отличаются по своей питательной ценности. Поэтому мелкие фитофаги (насекомые и др.) специализируются на поедании мелких частей растения, обычно это семена, вегетативные почки и листья.

В отличие от растений состав тела различных фитофагов достаточно однообразен и ничем не отличается от такового плотоядных, т. е. мясо гусеницы, трески, земляных червей, креветок и оленя, по содержанию белков, углеводов, жиров, воды и минеральных солей в одном грамме ничем не отличается. Особой сложности в усвоении готовой пищи у плотоядных нет, но их больше заботит, как добывать пищу.

Ограждение пищевых ресурсов

Потребителю (хищнику) необходимо отыскать, изловить, умертвить и съесть добычу. Но это сделать нелегко, так как пищевые ресурсы нередко ограждены от потребителя.

Любой организм стремится оградить себя от своего потребителя. Эти «средства защиты» есть и у растений и у животных. Они подразделяются на физические, химические, морфологические и поведенческие. С другой стороны, эти средства оказывают воздействие и на организмы-потребители — наиболее приспособленные «пожиратели» выживают в большем количестве, разрабатывая все более изощренные средства нападения, а «пожираемые» разрабатывают все более новые и новые средства защиты. В результате возникает эволюционное давление одного организма на другой, и эволюция каждого частично зависит от эволюции другого. Такие явления называют сопряженной эволюцией, или коэволюцией.

Сопряженной эволюции между растениями не бывает, так как они «питаются» одинаковыми атомами, не может ее быть и между деструктурами и мертвой органикой, а вот от внешних врагов у растений хорошо развита механическая защита — колючки, шипы, скорлупа ореха и др.

Наиболее уязвимы семена растений, когда они находятся на материнском растении, но если они рассыплются — сохранность резко увеличивается. Этот способ сохранности семян широко используется в дикой природе. Однако это противоречит требованиям человека к сельхозкультурам, поэтому человек путем селекции отобрал те злаки, которые способны удерживать семена, поэтому культурные злаки для семеноядных птиц просто находка.

Распространена механическая защита и среди животных: иглы у ежа, гребни и шипы у мелких беспозвоночных — коловраток, дафний, раковина у моллюска.

Кроме физической защиты организмы способны создавать и химическую защиту в виде ядовитых веществ, которые предохраняют их от поедания. Эти вещества у растений являются побочным продуктом метаболизма и могут действовать как токсиканты (синильная кислота и др.), или просто препятствовать пищеварению, или только отпугивать животных, особенно — насекомых.

Прибегают к химической защите и некоторые животные. Хорошо известно отпугивающее действие «чернильного облака», выбрасываемого в водную среду некоторыми головоногими моллюсками — каракатицами, осьминогами.

Химические средства в ряде случаев могут не только защитить растения, а даже сделать его более привлекательным для фитофагов. Многие насекомые-фитофаги специализируются на растениях одного или нескольких видов — тех, чью химическую защиту они преодолели. Это очень важный шаг в коэволюции растений и фитофагов — возникновение устойчивости к химическим средствам защиты растений. Такие процессы наблюдаются и при искусственной химической защите растений от «вредных» насекомых, которая достаточно быстро теряет свою эффективность (известна адаптированность их к ДДТ и т. п.).

Для животных наиболее характерны различного рода морфологические виды защиты. Они базируются на различного рода «обманах» (криптицизм, мимикрия и т. п.). Достаточно разнообразна у них поведенческая защита: прячутся в норы, «прикидываются» мертвыми, прячутся в раковины, панцири, сворачиваются в клубок, «угрожающе» себя ведут и т. д. Но самая обычная поведенческая реакция животного — это бегство от хищника, которое приносит и наибольший успех жертве.

Пространство как ресурс

Растения и животные конкурируют в занимаемом ими пространстве прежде всего за ресурсы, а не за некую площадь, где они могут размножаться. Пространство может стать и лимитирующим ресурсом, если при избытке пищи оно не сможет вместить в свои геометрические размеры все организмы, которые могли бы успешно жить в этом пространстве за счет избытка его ресурсов. Например, скальная поверхность может быть настолько плотно заселена мидиями, что другим моллюскам, потенциально способным еще прокормиться на этой площади, места уже не осталось. Ряд животных стремится к «захвату» определенной территории, где они смогут обеспечить себя пищей, и таким образом она становится ресурсом.

Кроме того, потенциальными ресурсами для животных являются гнездовые участки и убежища.

Таким образом, пищевой ресурс — «любой потребленный компонент среды, который может быть «отнят» одним организмом у другого» (Гиляров, 1990). Это способно вызвать внутривидовую конкуренцию. Регулируются данные явления уже на популяционном уровне и изучаются в популяционной экологии.

ЛЕКЦИЯ 4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

1. Концепция, масштабы и трофическая структура экосистемы

«Любая единица (биосистема), включающая все совместно функционирующие организмы (биотическое сообщество) на данном участке и взаимодействующая с физической средой таким образом, что поток энергии создает четко определенные биотические структуры и круговорот веществ между живой и неживой частями, представляет собой экологическую систему, или экосистему» (Ю. Одум, 1986).

Главным предметом исследования при экосистемном подходе в экологии, становятся процессы трансформации вещества и энергии между биотой и физической средой, т. е. возникающий биогеохимический круговорот веществ в экосистеме в целом (рис. 2). Это позволяет дать обобщенную интегрированную оценку результатов жизнедеятельности сразу многих отдельных организмов многих видов, так как по биогеохимическим функциям, т. е. по характеру осуществляемых в природе процессов превращения вещества и энергии, организмы более однообразны, чем по своим морфологическим признакам и строению. Например, все высшие растения потребляют одни и те же вещества, все они используют свет и, благодаря фотосинтезу, образуют близкие по составу органические вещества и выделяют кислород.



Рис. 2. Схема переноса вещества (сплошная линия) и энергии (пунктирная линия)

в природных экосистемах

В настоящее время концепция экосистемы — это одно из наиболее главных обобщений биологии — играет весьма важную роль в экологии. Во многом этому способствовали два обстоятельства, на которые указывает Г. А. Новиков (1979): во-первых, экология как научная дисциплина созрела для такого рода обобщений и они стали жизненно необходимы, а во-вторых, сейчас как никогда остро встали вопросы охраны биосферы и теоретического обоснования природоохранных мероприятий, которые опираются прежде всего на концепцию биотических сообществ — экосистем. Кроме того, как считает Г. А. Новиков, распространению идеи экосистемы способствовала гибкость самого понятия, так как к экосистемам можно относить биотические сообщества любого масштаба с их средой обитания — от пруда до Мирового океана, и от пня в лесу до обширного лесного массива, например, тайги. В связи с этим выделяют: микроэкосистемы (подушка лишайника и т. п.); мезоэкосистемы (пруд, озеро, степь и др.); макроэкосистемы (континент, океан) и наконец глобальная экосистема (биосфера Земли), или экосфера, — интеграция всех экосистем мира.

Типичным примером экосистемы может быть подушка лишайника на стволе дерева. Выше мы уже приводили пример классического мутуализма, к которому пришли грибы и водоросли через паразитизм последних. Продуценты здесь симбиотические водоросли, консументы — различные мелкие членистоногие и др. Гифы грибов и большинство микроскопических животных выступают здесь и в роли редуцентов, живущих за счет тканей отмерших водорослей.

Замкнутость круговорота в такой системе невелика: часть продуктов распада выносится за пределы лишайника дождевыми водами, часть животных мигрирует в другие местообитания.

Границы этой экосистемы очерчены границами лишайника, но ее существование будет достаточно стабильным, если вынос будет компенсироваться поступлением вещества. Но есть экосистемы, в которых внутренний круговорот вещества вообще малоэффективен — реки, склоны гор, — здесь стабильность поддерживается только перетоком вещества извне. Многие системы достаточно автономны — пруды, озера, океан, леса и др. Но даже биосфера Земли часть веществ отдает в космос и получает вещества из космоса.

Таким образом, природные экосистемы — это открытые системы: они должны получать и отдавать вещества и энергию.

Запасы веществ, усвояемые организмами и, прежде всего, продуцентами, в природе небезграничны. Если бы эти вещества не использовались многократно, а точнее не были бы вовлечены в этот вечный круговорот, то жизнь на Земле была бы вообще невозможна. Такой «бесконечный» круговорот (см. рис. 2) биогенных компонентов возможен лишь при наличии функционально различных групп организмов, способных осуществлять и поддерживать поток веществ, извлекаемых ими из окружающей среды.

Для поддержания круговорота веществ в экосистеме необходимы неорганические молекулы в усвояемой для продуцентов форме, консументы, питающиеся продуцентами и другими консументами, а также редуценты, восстанавливающие органические вещества снова до неорганических молекул для питания продуцентов (рис. 3).



Рис. 3. Пищевая цепь в озере в сильно упрощенном виде: сплошные линии со стрелками направлены от пищи к консументам; пунктирные линии со стрелками отражают деятельность деструкторов (по П. Аресу)

С точки зрения пищевых взаимодействий организмов трофическая структура экосистемы делится на два яруса: 1) верхний автотрофный ярус, или «зеленый пояс», включающий фотосинтезирующие организмы, создающие сложные органические молекулы из неорганически простых соединений, и 2) нижний гетеротрофный ярус, или «коричневый пояс» почв и осадков, в котором преобладает разложение отмерших органических веществ снова до простых минеральных образований. Однако, чтобы разобраться в сложных биологических взаимодействиях в экосистеме, следует выделить ряд компонентов, об экологической роли которых мы уже говорили выше:

1) неорганические вещества (C, N, CO2, H2O, P, O и др.), участвующие в круговоротах;

2) органические соединения (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и др.), связывающие биотическую и абиотическую части;

3) воздушную, водную и субстратную среду, включающую абиотические факторы;

4) продуцентов — автотрофных организмов, в основном зеленых растений, способных производить пищу из простых неорганических веществ;

 5) консументов, или фаготрофов (пожирателей), — гетеротрофы, в основном, животные, питающиеся другими организмами или частицами органического вещества;

6) редуцентов, или сапротрофов (питающихся гнилью), — гетеротрофных организмов, в основном бактерий и грибов, получающих энергию путем разложения отмершей или поглощения растворенной органики. Сапротрофы высвобождают неорганические элементы питания для продуцентов и, кроме того, являются пищей для консументов.

**2. Продуцирование и разложение в природе**

Фотосинтезирующие организмы, и лишь отчасти хемосинтезирующие, создают органические вещества на Земле — продукцию — в количестве 100 млрд т/г и примерно такое же количество веществ должно превращаться в результате дыхания растений в углекислый газ и воду. Однако этот баланс неточен, так как известно, что в прошлые геологические эпохи создавался избыток органического вещества, в особенности 300 млн лет тому назад, что выразилось в накоплении в осадочных породах угля. Человечество использует это энергетическое сырье.

Этот избыток образовался вследствие того, что в соотношении O2/CO2 баланс сдвинулся в сторону CO2 и заметная часть продуцированного вещества, хотя и очень небольшая, не расходовалась на дыхание и не разлагалась, а фоссилизировалась (окаменевала) и сохранялась в осадках. Сдвижение баланса в сторону повышения содержания кислорода около 100 млн лет назад сделало возможным эволюцию и существование высших форм жизни.

Без процессов дыхания и разложения, так же как и без фотосинтеза, жизнь на Земле была бы невозможна.

Дыхание — это процесс окисления, который еще в древности справедливо сравнивали с горением. Благодаря дыханию как бы «сгорает» накопленное при фотосинтезе органическое вещество.

Итак — дыхание процесс гетеротрофный, приблизительно уравновешивающий автотрофное накопление органического вещества. Различают аэробное, анаэробное дыхание и брожение.

Аэробное дыхание — процесс, обратный фотосинтезу, где окислитель, газообразный кислород, присоединяет водород. Анаэробное дыхание происходит обычно в бескислородной среде и в качестве окислителя служат другие неорганические вещества, например, сера. И, наконец, брожение — такой анаэробный процесс, где окислителем становится само органическое вещество.

Посредством процесса аэробного дыхания организмы получают энергию для поддержания жизнедеятельности и построения клеток. Бескислородное дыхание — это основа жизнедеятельности сапрофагов (бактерии, дрожжи, плесневые грибы, простейшие). Аэробное дыхание превосходит и значительно анаэробное в скорости.

Если поступление детрита (частичек отмершей органики) в почву или в донный осадок происходит в больших количествах, то бактерии, грибы, простейшие быстро расходуют кислород на его разложение, которое резко замедляется, но не останавливается вследствие «работы» организмов с анаэробным метаболизмом.

Итак, в целом, можно утверждать, что происходит некоторое отставание гетеротрофного разложения от продуцирования во времени. И, как было подчеркнуто выше, такое соотношение наблюдается на уровне биосферы. «Отставание гетеротрофной утилизации продуктов автотрофного метаболизма есть, следовательно, одно из важнейших свойств экосистемы» (Ю. Одум, 1975). Однако в результате деятельности человека это свойство находится под угрозой и прежде всего из-за непомерного потребления кислорода огромными двигателями и другими аппаратами, которое может привести к снижению продукции.

Разложение детрита путем его физического размельчения и биологического воздействия и доведение его сапрофагами до образования гумуса, гумификация, идет относительно быстро. Однако последний этап — минерализация гумуса — процесс медленный и именно он обуславливает запаздывание разложения по сравнению с продуцированием.

Кроме биотических факторов в разложении принимают участие и абиотические (пожары, которые можно считать «агентами разложения»). Но если бы мертвые организмы не разлагались бы гетеротрофными микроорганизмами и сапрофагами, для которых они служат пищей, все питательные вещества оказались бы в мертвых телах и никакая новая жизнь не могла бы возникать.

**3. Гомеостаз экосистемы**

Гомеостаз — способность биологических систем — организма, популяции и экосистем — противостоять изменениям и сохранять равновесие. Исходя из кибернетической природы экосистем — гомеостатический механизм — это обратная связь. Например, у пойкилотермных животных изменение температуры тела регулируется специальным центром в мозгу, куда постоянно поступает сигнал обратной связи, содержащий данные об отклонении от нормы, а от центра поступает сигнал, возвращающий температуру к норме. В механических системах аналогичный механизм называют сервомеханизмом, например, термостат управляет печью.

Для управления экосистемами не требуется регуляция извне — это саморегулирующаяся система. Саморегулирующий гомеостаз на экосистемном уровне обеспечен множеством управляющих механизмов на этом уровне. Один из них — субсистема «хищник - жертва». Между условно выделенными кибернетическими блоками, управление осуществляется посредством положительных и отрицательных связей. Положительная обратная связь «усиливает отклонение», например, увеличивает чрезмерно популяцию жертвы. Отрицательная обратная связь «уменьшает отклонение», например, ограничивает рост популяции жертвы за счет увеличения численности популяции хищников. Эта кибернетическая схема отлично иллюстрирует процесс коэволюции в системе «хищник - жертва», так как в этой «связке» развиваются и взаимные адаптационные процессы. Если в эту систему не вмешиваются другие факторы (например, человек уничтожил хищника), то результат саморегуляции будет описываться гомеостатическим плато — областью отрицательных связей, а при нарушении системы начинают преобладать обратные положительные связи, что может привести к гибели системы.

Наиболее устойчивы крупные экосистемы и самая стабильная из них — биосфера, а наименее устойчивы — молодые экосистемы. Это объясняется тем, что в больших экосистемах создается саморегулирующий гомеостаз за счет взаимодействия круговоротов веществ и потоков энергии (Ю. Одум, 1975).

**4. Энергетические потоки в экосистеме**

Вся жизнь на Земле существует за счет солнечной энергии. Свет — единственный на Земле пищевой ресурс, энергия которого, в соединении с углекислым газом и водой, рождает процесс фотосинтеза. Фотосинтезирующие растения создают органическое вещество, которым питаются травоядные животные, ими питаются плотоядные и т. д., в конечном итоге, растения «кормят» весь остальной живой мир, т. е. солнечная энергия через растения как бы передается всем организмам.

Энергия передается от организма к организму, создающих пищевую, или трофическую цепь: от автотрофов, продуцентов (создателей) к гетеротрофам, консументам (пожирателям) и так четыре — шесть раз с одного трофического уровня на другой.

Трофический уровень — это место каждого звена в пищевой цепи. Первый трофический уровень — это продуценты, все остальные — консументы. Второй трофический уровень — это растительноядные консументы; третий — плотоядные консументы, питающиеся растительноядными формами; четвертый — консументы, потребляющие других плотоядных и т. д. Следовательно, можно и консументов разделить по уровням: консументы первого, второго, третьего и т. д. порядков.

Четко распределяются по уровням лишь консументы, специализирующиеся на определенном виде пищи. Однако есть виды, питающиеся мясом и растительной пищей (человек, медведь и др.), которые могут включаться в пищевые цепи на любом уровне.

Пища, поглощаемая консументом, усваивается не полностью — от 12 до 20% у некоторых растительноядных, до 75% и более у плотоядных. Энергетические затраты связаны прежде всего с поддержанием метаболических процессов, которые называют тратой на дыхание, оцениваемых общим количеством CO2, выделенного организмом. Значительно меньшая часть идет на образование тканей и некоторого запаса питательных веществ, т. е. на рост. Остальная часть пищи выделяется в виде экскрементов. Кроме того, значительная часть энергии рассеивается в виде тепла при химических реакциях в организме и, особенно, при активной мышечной работе. В конечном итоге вся энергия, использованная на метаболизм, превращается в тепловую и рассеивается в окружающей среде.

Таким образом, большая часть энергии при переходе с одного трофического уровня на другой, более высокий, теряется. Приблизительно потери составляют около 90%: на каждый следующий уровень передается не более 10% энергии от предыдущего уровня. Так, если калорийность продуцента 1000 Дж, то при попадании в тело фитофага остается 100 Дж, в теле хищника уже 10 Дж, а если этот хищник будет съеден другим, то на его долю останется лишь 1 Дж, т. е. 0,1% от калорийности растительной пищи. Однако такая строгая картина перехода энергии с уровня на уровень не совсем реальна, поскольку трофические цепи экосистем сложно переплетаются, образуя трофические сети. Но конечный итог: рассеивание и потеря энергии, которая, чтобы существовала жизнь, должна возобновляться.

Нельзя забывать еще и мертвую органику, которой питается значительная часть гетеротрофов. Среди них есть и сапрофаги и сапрофиты (грибы), использующие энергию, заключенную в детрите. Поэтому различают два вида трофических цепей: цепи выедания, или пастбищные, которые начинаются с поедания фотосинтезирующих организмов, и детритные цепи разложения, которые начинаются с остатков отмерших растений, трупов и экскрементов животных.

Таким образом, входя в экосистему, поток лучистой энергии разбивается на две части, распространяясь по двум видам трофических сетей, но источник энергии общий — солнечный свет.

ЛЕКЦИЯ 5. Учение о биосфере

**1. Биосфера – глобальная экосистема Земли**

Биосфера («сфера жизни») — сложная наружная оболочка Земли, населенная организмами, составляющими в совокупности живое вещество планеты. Это одна из важнейших геосфер Земли, являющаяся основным компонентом природной среды, окружающей человека.

Впервые термин «биосфера» был введен в науку геологом из Австрии Э. Зюссом в 1875 г. Он понимал под биосферой тонкую пленку жизни на земной поверхности. Роль и значение биосферы для развития жизни на нашей планете оказались настолько велики, что уже в первой трети ХХ в. возникло новое фундаментальное научное направление в естествознании — учение о биосфере, основоположником которого является великий русский ученый В. И. Вернадский.

Земля и окружающая ее среда сформировались в результате закономерного развития всей солнечной системы. Около 4,7 млрд лет назад из рассеянного в протосолнечной системе газопылеватого вещества образовалась планета Земля. Как и другие планеты, Земля получает энергию от Солнца, достигающую земной поверхности в виде электромагнитного излучения. Солнечное тепло — одно из главных слагаемых климата Земли, основа для развития многих геологических процессов. Огромный тепловой поток исходит из глубины Земли.

По новейшим данным, масса Земли составляет 6 • 1021 т, объем — 1,083 • 1012 км3, площадь поверхности — 510,2 млн км2. Размеры, а следовательно, и все природные ресурсы нашей планеты ограничены.

Наша планета имеет неоднородное строение и состоит из концентрических оболочек (геосфер) — внутренних и внешних. К внутренним относятся ядро, мантия, а к внешним — литосфера (земная кора), гидросфера, атмосфера и сложная оболочка Земли — биосфера.

Литосфера (греч. «литос» — камень) — каменная оболочка Земли, включающая земную кору мощностью (толщиной) от 6 (под океанами) до 80 км (горные системы) (рис. 6.1). Земная кора сложена горными породами. Доля различных горных пород в земной коре неодинакова — более 70% приходится на базальты, граниты и другие магматические породы, около 17% — на преобразованные давлением и высокой температурой породы и лишь чуть больше 12% — на осадочные.

Земная кора — важнейший ресурс для человечества. Она содержит горючие полезные ископаемые (уголь, нефть, горючие сланцы), рудные (железо, алюминий, медь, олово и др.) и нерудные (фосфориты, апатиты и др.) полезные ископаемые, естественные строительные материалы (известняки, пески, гравий и др.).

Гидросфера (греч. «гидро» — вода) — водная оболочка Земли. Ее подразделяют на поверхностную и подземную.

Поверхностная гидросфера — водная оболочка поверхностной части Земли. В ее состав входят воды океанов, морей, озер, водохранилищ, болот, ледников, снежных покровов и др. Все эти воды постоянно или временно располагаются на земной поверхности и носят название поверхностных.

Поверхностная гидросфера не образует сплошного слоя и прерывисто покрывает земную поверхность на 70,8%.

Подземная гидросфера — включает воды, находящиеся в верхней части земной коры. Их называют подземными. Сверху подземная гидросфера ограничена поверхностью Земли, нижнюю ее границу проследить невозможно, так как гидросфера очень глубоко проникает в толщу земной коры.

По отношению к объему земного шара общий объем гидросферы не превышает 0,13%. Основную часть гидросферы (96,53%) составляет Мировой океан . На долю подземных вод приходится 23,4 млн км3, или 1,69% от общего объема гидросферы, остальное — воды рек, озер и ледников.

Более 98% всех водных ресурсов Земли составляют соленые воды океанов, морей и др. Общий объем пресных вод на Земле равен 28,25 млн км3, или около 2% общего объема гидросферы.

Основная часть пресных вод сосредоточена в ледниках, воды которых пока используются очень мало. На долю остальной части пресных вод, пригодных для водоснабжения, приходится 4,2 млн км3 воды, или всего лишь 0,3% объема гидросферы.

Гидросфера играет огромную роль в формировании природной среды нашей планеты. Весьма активно она влияет и на атмосферные процессы (нагревание и охлаждение воздушных масс, насыщение их влагой и т. д.).

Атмосфера (греч. «атмос» — пар) — газовая оболочка Земли, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли . Общая масса атмосферы — 5,15 • 1015 т. На высоте от 10 до 50 км, с максимумом концентрации на высоте 20-25 км, расположен слой озона, защищающий Землю от чрезмерного ультрафиолетового облучения, гибельного для организмов.

Атмосфера физически, химически и механически воздействует на литосферу, регулируя распределение тепла и влаги. Погода и климат на Земле зависят от распределения тепла, давления и содержания водяного пара в атмосфере. Водяной пар поглощает солнечную радиацию, увеличивает плотность воздуха и является источником всех осадков. Атмосфера поддерживает различные формы жизни на Земле.

В формировании природной среды Земли велика роль тропосферы (нижний слой атмосферы до высоты 8-10 км в полярных, 10-12 км в умеренных и 16-18 км в тропических широтах) и в меньшей степени стратосферы, области холодного разреженного сухого воздуха толщиной примерно 20 км. Сквозь стратосферу непрерывно падает метеоритная пыль, в нее выбрасывается вулканическая пыль, а в прошлом и продукты ядерных взрывов в атмосфере.

В тропосфере происходят глобальные вертикальные и горизонтальные перемещения воздушных масс, во многом определяющие круговорот воды, теплообмен, трансграничный перенос пылевых частиц и загрязнений.

Атмосферные процессы тесно связаны с процессами, происходящими в литосфере и водной оболочке.

К атмосферным явлениям относят: осадки, облака, туман, грозу, гололед, пыльную (песчаную) бурю, шквал, метель, изморозь, росу, иней, обледенение, полярное сияние и др.

Атмосфера, гидросфера и литосфера тесно взаимодействуют между собой. Практически все поверхностные, экзогенные, геологические процессы обусловлены этим взаимодействием и проходят, как правило, в биосфере.

Биосфера — внешняя оболочка Земли, в которую входят часть атмосферы до высоты 25-30 км (до озонового слоя), практически вся гидросфера и верхняя часть литосферы примерно до глубины 3 км. Особенностью этих частей является то, что они населены живыми организмами, составляющими живое вещество планеты. Взаимодействие абиотической части биосферы — воздуха, воды и горных пород, и органического вещества — биоты, обусловило формирование почв и осадочных пород. Последние, по В. И. Вернадскому, несут на себе следы деятельности древних биосфер, существовавших в прошлые геологические эпохи.

Биосфера, являясь глобальной экосистемой (экосферой), как и любая экосистема, состоит из абиотической и биотической частей.

Абиотическая часть представлена:

1. почвой и подстилающими ее породами до глубины, где в них еще есть живые организмы, вступающие в обмен с веществом этих пород и физической средой порового пространства;
2. атмосферным воздухом до высот, на которых возможны еще проявления жизни;
3. водной средой океанов, рек, озер и т. п.

Биотическая часть состоит из живых организмов всех таксонов, осуществляющих важнейшую функцию биосферы, без которой не может существовать сама жизнь: биогенный ток атомов. Живые организмы осуществляют этот ток атомов благодаря своему дыханию, питанию и размножению, обеспечивая обмен веществом между всеми частями биосферы.

В основе биогенной миграции в биосфере лежат два биохимических принципа:

- стремиться к максимальному проявлению, к «всюдности» жизни;

- обеспечить выживание организмов, что увеличивает саму биогенную миграцию.

Эти закономерности проявляются прежде всего в стремлении живых организмов «захватить» все мало-мальски приспособленные к их жизни пространства, создавая экосистему или ее часть. Но любая экосистема имеет границы, имеет свои границы в планетарном масштабе и биосфера.

При общем рассмотрении биосферы, как планетарной экосистемы, особое значение приобретает представление о ее живом веществе, как о некой общей живой массе планеты.

Под живым веществом В. И. Вернадский понимает все количество живых организмов планеты как единое целое. Его химический состав подтверждает единство природы — он состоит из тех же элементов, что и неживая природа, только соотношение этих элементов различное и строение молекул иное.

Однако все организмы выживают еще и потому, что везде, где бы ни было их местообитание, существует биогенный ток атомов. Этот ток не смог бы иметь место, во всяком случае в наземных условиях, если бы не было почв.

Почвы — важнейший компонент биосферы, оказывающий, наряду с Мировым океаном, решающее влияние на всю глобальную экосистему в целом. Именно почвы обеспечивают питание биогенными веществами растения, которые кормят весь мир гетеротрофов. Почвы на Земле разнообразные и их плодородие тоже разное.

Плодородие зависит от количества гумуса в почве, а его накопление, как и мощность почвенных горизонтов, зависит от климатических условий и рельефа местности. Наиболее богаты гумусом степные почвы, где гумификация идет быстро, а минерализация идет медленно. Наименее богаты гумусом лесные почвы, где минерализация по скорости опережает гумификацию.

Выделяют по различным признакам множество типов почв. Под типом почв понимается большая группа почв, формирующаяся и в однородных условиях, характеризующаяся определенным почвенным профилем и направленностью почвообразования.

Поскольку важнейшим почвообразующим фактором является климат, то, в значительной мере, генетические типы почв совпадают с географической зональностью: арктические и тундровые почвы, подзолистые почвы, черноземы, каштановые, серо-бурые почвы и сероземы, красноземы и желтоземы.

Почвенный покров, являясь неотъемлемым компонентом биосферы, выполняет ряд биосферных, т. е. глобальных с экологических позиций, функций. В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников (2004) считают, что этими функциями почв обеспечивается их важнейшая экологическая роль в биосфере, которая сводится к следующим положениям (приводится с некоторыми изменениями автором раздела настоящего учебника):

1. почва является средой обитания, аккумулятором и источником вещества и энергии для организмов суши;
2. почва регулирует состав атмосферы и гидросферы;
3. почва — защитный барьер биосферы (нейтрализует значительную часть загрязняющих биосферу веществ, тем самым предотвращая их поступление в живое вещество);
4. почва обеспечивает малый биогеохимический круговорот веществ на суше и сопряжение его с большим геологическим круговоротом веществ и, тем самым,
5. обеспечивает существование жизни на Земле.

**2. Круговорот веществ в природе**

Основных круговоротов веществ в природе два: большой (геологический) и малый (биогеохимический).

Большой круговорот веществ в природе (геологический). Геологический круговорот обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли.

Осадочные горные породы, образованные за счет выветривания магматических пород, в подвижных зонах земной коры вновь погружаются в зону высоких температур и давлений. Там они переплавляются и образуют магму — источник новых магматических пород. После поднятия этих пород на земную поверхность и действия процессов выветривания вновь происходит трансформация их в новые осадочные породы. Символом круговорота веществ является спираль, а не круг. Это означает, что новый цикл круговорота не повторяет в точности старый, а вносит что-то новое, что со временем приводит к весьма значительным изменениям.

Большой круговорот — это и круговорот воды между сушей и океаном через атмосферу. Влага, испарившаяся с поверхности Мирового океана (на что затрачивается почти половина поступающей к поверхности Земли солнечной энергии), переносится на сушу, где выпадает в виде осадков, которые вновь возвращаются в океан в виде поверхностного и подземного стока. Круговорот воды происходит и по более простой схеме: испарение влаги с поверхности океана — конденсация водяного пара — выпадение осадков на эту же водную поверхность океана.

Подсчитано, что в круговороте воды на Земле ежегодно участвует более 500 тыс. км3 воды.

Круговорот воды в целом играет основную роль в формировании природных условий на нашей планете. С учетом транспирации воды растениями и поглощения ее в биогеохимическом цикле, весь запас воды на Земле распадается и восстанавливается за два миллиона лет.

Малый круговорот веществ в биосфере (биогеохимический). В отличие от большого круговорота, малый совершается лишь в пределах биосферы. Сущность его — в образовании живого

вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и в превращении органического вещества при разложении вновь в неорганические соединения.

Этот круговорот для жизни биосферы — главный, и он сам является порождением жизни. Изменяясь, рождаясь и умирая, живое вещество поддерживает жизнь на нашей планете, обеспечивая биогеохимический круговорот веществ.

Главным источником энергии круговорота является солнечная радиация, которая порождает фотосинтез. Эта энергия довольно неравномерно распределяется по поверхности земного шара. Например, на экваторе количество тепла, приходящееся на единицу площади, в три раза больше, чем на архипелаге Шпицберген (80 °с. ш.). Кроме того, она теряется путем отражения, поглощается почвой, на транспирацию воды и т. д. (рис 6.8), а, как мы уже отмечали, на фотосинтез тратится не более 5% от всей энергии, но чаще всего 2-3%.

В ряде экосистем перенос вещества и энергии осуществляется преимущественно посредством трофических цепей.

Такой круговорот обычно называют биологическим. Он предполагает замкнутый цикл веществ, многократно используемый трофической цепью. Безусловно, он может иметь место в водных экосистемах, особенно в планктоне с его интенсивным метаболизмом, но не в наземных экосистемах, за исключением дождевых тропических лесов, где может быть обеспечена передача питательных веществ «от растения к растению», корни которых на поверхности почвы.

Однако в масштабах всей биосферы такой круговорот невозможен. Здесь действует биогеохимический круговорот, представляющий собой обмен макро- и микроэлементов и простых неорганических веществ (CO2, H2O) с веществом атмосферы, гидросферы и литосферы. Круговорот отдельных веществ В. И. Вернадский назвал биогеохимическими циклами. Суть цикла в следующем: химические элементы, поглощенные организмом, впоследствии его покидают, уходя в абиотическую среду, затем, через какое-то время, снова попадают в живой организм и т. д. Такие элементы называют биофильными. Этими циклами и круговоротом в целом обеспечиваются важнейшие функции живого вещества в биосфере. В. И. Вернадский выделяет пять таких функций:

- первая функция — газовая — основные газы атмосферы Земли, азот и кислород, биогенного происхождения, как и все подземные газы — продукт разложения отмершей органики;

- вторая функция — концентрационная — организмы накапливают в своих телах многие химические элементы, среди которых на первом месте стоит углерод, среди металлов первый кальций, концентраторами кремния являются диатомовые водоросли, йода — водоросли (ламинария), фосфора — скелеты позвоночных животных;

- третья функция — окислительно-восстановительная — организмы, обитающие в водоемах, регулируют кислородный режим и создают условия для растворения или же осаждения ряда металлов (V, Mn, Fe) и неметаллов (S) с переменной валентностью;

- четвертая функция — биохимическая — размножение, рост и перемещение в пространстве («расползание») живого вещества;

- пятая функция — биогеохимическая деятельность человека — охватывает все разрастающееся количество вещества земной коры, в том числе таких концентраторов углерода, как уголь, нефть, газ и др., для хозяйственных и бытовых нужд человека.

В биогеохимических круговоротах следует различать две части, или как бы два среза:

1) резервный фонд — это огромная масса движущихся веществ, не связанных с организмами,

2) обменный фонд — значительно меньший, но весьма активный, обусловленный прямым обменом биогенным веществом между организмами и их непосредственным окружением.

Если же рассматривать биосферу в целом, то в ней можно выделить:

1) круговорот газообразных веществ с резервным фондом в атмосфере и гидросфере (океан)

 2) осадочный цикл с резервным фондом в земной коре (в геологическом круговороте).

В связи с этим, следует отметить, лишь один-единственный на Земле процесс, который не тратит, а, наоборот, связывает, солнечную энергию и даже накапливает ее — это создание органического вещества в результате фотосинтеза. В связывании и запасании солнечной энергиии заключается основная планетарная функция живого вещества на Земле.

ЛЕКЦИЯ 6. АНТРОПОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

**1. Типы антропогенных экосистем**

Человек, в конкурентной борьбе за выживание в природной окружающей среде, начал строить свои искусственные антропогенные экосистемы. Примерно десять тысяч лет назад он перестал быть «рядовым» консументом, собирающим дары природы, и начал эти «дары» получать сам, посредством своей трудовой деятельности, создав сельское хозяйство — растениеводство и животноводство. Освоив сельскохозяйственную модель, человек исторически подошел к промышленной революции, которая началась всего 200 лет назад, и до современного комплексного взаимодействия с окружающей средой по искусственной модели. На современном этапе, он для удовлетворения своих все возрастающих потребностей вынужден изменять природные экосистемы и даже разрушать их, может и не желая этого.

Энергия — это изначальная движущая сила экосистем, причем всех — и природных и антропогенных. Энергетические ресурсы этих систем могут быть неисчерпаемы — солнце, ветер, приливы — и исчерпаемы — топливно-энергетические (уголь, нефть, газ и т. п). Используя топливо, человек может добавлять энергию в систему или даже полностью ее субсидировать энергией. Опираясь на эти энергетические особенности существующих систем, Ю. Одум (1986) предложил их классификацию, приняв энергию за основу, и выделил четыре фундаментальных типа экосистем.

1. Природные: движимые Солнцем, несубсидируемые.
2. Природные, движимые Солнцем, субсидируемые другими естественными источниками.
3. Движимые Солнцем и субсидируемые человеком.
4. Индустриально-городские, движимые топливом (ископаемым, другим органическим или ядерным).

Эта классификация принципиально отличается от биомной, основанной на структуре экосистем, так как она основана на свойствах среды. Тем не менее, она хорошо дополняет ее. Первые два типа — это природные экосистемы, а третий и четвертый — следует отнести к антропогенным.

К первому типу экосистем относятся океаны, высокогорные леса, являющиеся основой жизнеобеспечения на планете Земля.

Ко второму типу экосистем относят эстуарии в приливных морях, речные экосистемы, дождевые леса, т. е. те, которые субсидируются энергией приливных волн, течений и ветра.

Хотя экосистемы первого типа неспособны поддерживать высокую плотность их фауны и флоры, но они занимают громадные площади — одни океаны это 70% территории земного шара. Ими движет энергия только самого Солнца и они являются основой, стабилизирующей и поддерживающей жизнеобеспечивающие условия на планете.

Экосистемы второго типа обладают высокой естественной плодородностью, поскольку организмы, проживающие здесь, например, в эстуариях, приспособились использовать «дополнительную» энергию приливов и течений, а в дождевых лесах — энергию ветра и дождя и т. п. Эти системы «производят» столько первичной биомассы, что ее хватает не только на собственное содержание, но часть этой продукции может выноситься в другие системы или накапливаться.

Таким образом, природные экосистемы «работают» без всяких забот и затрат со стороны человека на поддержание своей жизнеспособности и собственного развития, более того, в них создается и заметная доля пищевых продуктов и других материалов, необходимых уже для жизни самого человека. Но, главное, именно здесь очищаются большие объемы воздуха, возвращается в оборот пресная вода, формируется климат и др.

Совсем иначе работают антропогенные экосистемы. К ним уже с полным правом можно отнести третий тип — это агроэкосистемы, аквакультуры, производящие продукты питания и волокнистые материалы, но уже не только за счет энергии Солнца, а и дотации ее в форме горючего, поставляемого человеком.

Эти системы походят на природные, поскольку саморазвитие культурных растений в период вегетации — это процесс природный и вызван к жизни природной солнечной энергией. Но подготовка почвы, сев, уборка урожая и др. — это уже энергетические затраты человека. Более того, человек практически целиком меняет природную экосистему, что выражается, прежде всего, в ее упрощении, т. е. снижении видового разнообразия, вплоть до сильно упрощенной монокультурной системы.

Таблица 1. Сравнение природной и упрощенной антропогенной экосистем

(по Миллеру, 1993)

|  |  |
| --- | --- |
| Природная экосистема (болото, луг, лес) | Антропогенная экосистема (поле, завод, дом) |
| Получает, преобразует, накапливает сол­нечную энергию | Потребляет энергию ископаемого и ядер­ного топлива |
| Продуцирует кислород и потребляет ди­оксид углерода | Потребляет кислород и продуцирует ди­оксид углерода при сгорании ископаемого топлива |
| Формирует плодородную почвуНакапливает, очищает и постепенно рас­ходует воду | Истощает или представляет угрозу для плодородных почвРасходует много воды, загрязняет ее |
| Создает местообитания различных видов дикой природы | Разрушает местообитания многих видов дикой природы |
| Бесплатно фильтрует и обеззараживает загрязнители и отходы | Производит загрязнители и отходы, кото­рые должны обеззараживаться за счет населения |
| Обладает способностью самосохранения и самовосстановления | Требует больших затрат для постоянного поддержания и восстановления |

Современное сельское хозяйство позволяет постоянно, из года в год, удерживать экосистемы на ранних стадиях сукцессий, добиваясь максимальной первичной продуктивности одного или нескольких растений (например, кукурузы, пшеницы, гороха и т. п). Крестьянам удается добиваться высоких урожаев, но дорогой ценой, а цена эта обусловлена затратами на борьбу с сорняками, на минеральные удобрения, на обработку почв и т. п.

Устойчивое появление новых видов, например, травянистых растений, есть результат естественного сукцессионного процесса. То, что мы называем сорняками, не что иное, как пионерные виды растений, вредителями — насекомые и другие животные, а возбудителями болезней — микроорганизмы. Сорные растения, вредители и болезни могут уничтожить весь урожай, если активно не бороться с ними.

Животноводство — это так же путь к упрощению экосистемы, охраняя полезных ему сельскохозяйственных животных (коров, свиней, овец и др.), человек уничтожает диких животных: травоядных, как конкурентов в пищевых ресурсах, хищников, как уничтожающих домашний скот.

Вылов ценных видов рыб упрощает экосистемы водоемов. Загрязнение воздушной и водной сред так же ведет к гибели деревьев и рыб и «обирает» природные экосистемы.

В целом же, нетрудно догадаться, что по мере роста народонаселения, люди будут вынуждены преобразовывать все новые зрелые (климаксные) экосистемы в простые молодые продуктивные (например, путем уничтожения тропических лесов, осушения болот и т. п.) Для поддержания этих систем в «молодом» возрасте возрастет и использование топливно-энергетических ресурсов. Кроме того, произойдет утрата видового (генетического) разнообразия и природных ландшафтов.

Молодая, продуктивная экосистема очень уязвима из-за монотипного видового состава, так как в результате какой-то экологической катастрофы, например, засухи, ее уже не восстановить из-за разрушения генотипа. Но для жизни человечества они (экосистемы) необходимы, поэтому наша задача сохранить баланс между упрощенными антропогенными и соседствующими с ними более сложными, с богатейшим генофондом, природными экосистемами, от которых они зависят.

Энергетические затраты в сельском хозяйстве велики — природные плюс субсидируемые человеком, и, тем не менее, самое продуктивное сельское хозяйство находится примерно на уровне продуктивных природных экосистем.

Продуктивность и тех и других основана на фотосинтезе, а верхний предел притока энергии для любой постоянной, длительно функционирующей системы составляет около 50 000 ккал/м2г. Однако существенно различие между системами в распределении энергии: в антропогенной она поглощается лишь несколькими или вообще одним - двумя видами, а в природной — многими видами и веществами.

Совсем по-другому обстоит дело в экосистемах четвертого типа, к которым относятся индустриально-городские системы, — тут энергия топлива полностью заменяет солнечную энергию. По сравнению с потоком энергии в природных экосистемах здесь ее расход на два - три порядка выше. Годовая потребность человека в пище — около 1млн ккал, но если подсчитать затраты энергии на душу населения, существующие реально, то они окажутся в десятки раз больше (так, в США они в 86 раз больше). В разных странах эти затраты отличаются, но особенно большая разница между богатыми странами и развивающимися — она может быть в странах третьего мира в несколько десятков (до сотни) раз меньше. Эти страны как бы находятся в стадии экосистемы первого - второго типа, в то время как развитые страны уже прошли все четыре типа экосистем.

2. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (АГРОЭКОСИСТЕМЫ)

Главная цель создаваемых сельхозсистем — рациональное использование тех биологических ресурсов, которые непосредственно вовлекаются в сферу деятельности человека — источники пищевых продуктов, технологического сырья, лекарственных препаратов. Сюда же относятся специально культивируемые человеком виды, являющиеся объектами сельскохозяйственного производства: рыбоводства, звероводства, специального выращивания лесных культур, а также виды, используемые для промышленных технологий.

Агроэкосистемы создаются человеком для получения высокого урожая — чистой продукции автотрофов. Обобщая все уже сказанное выше об агроэкосистемах, подчеркнем следующие их основные отличия от природных:

1. В них резко снижено разнообразие видов: снижение разнообразия видов культивируемых растений снижает и видовое разнообразие животного населения биоценоза; видовое разнообразие разводимых человеком животных ничтожно мало по сравнению с природным; культурные пастбища (с подсевом трав) по видовому разнообразию похожи на сельскохозяйственные поля.
2. Виды растений и животных, культивируемых человеком, «эволюционируют» за счет искусственного отбора и неконкурентоспособны в борьбе с дикими видами без поддержки человека.
3. Агроэкосистемы получают дополнительную энергию, субсидируемую человеком, кроме солнечной.
4. Чистая продукция (урожай) удаляется из экосистемы и не поступает в цепи питания биоценоза, а частичное ее использование вредителями, потери при уборке, которые тоже могут попасть в естественные трофические цепи, всячески пресекаются человеком.
5. Экосистемы полей, садов, пастбищ, огородов и других агроценозов — это упрощенные системы, поддерживаемые человеком на ранних стадиях сукцессии и они столь же неустойчивы и неспособны к саморегуляции, как и природные пионерные сообщества, поэтому они не могут существовать без поддержки человека.
6. В природных экосистемах первичная продукция через трофические цепи попадает в естественный биохимический круговорот и возвращается обратно в виде минеральных солей.

В агроценозах значительно чаще происходит чрезмерное увеличение отдельных видов, названное Ч. Элтоном «экологическим взрывом». Из истории известны такие, например, «экологические взрывы»: в позапрошлом столетии грибок фитофторы уничтожил картофель во Франции и вызвал голод, а колорадский жук распространился в Америке до Атлантического океана и в начале ХХ в. проник в Западную Европу, в 40-х гг. — в Европейскую часть России. В тяжелое послевоенное время этот жук буквально очищал наши поля, поскольку мы были не готовы к этому нашествию.

Чтобы не происходило таких явлений, необходима искусственная регуляция численности вредителей с быстрым подавлением тех, которые только пытаются выйти из-под контроля. При этом часто мнение человека не совпадает с «мнением» природы об избыточной численности того или иного вредителя. Так, с позиций естественного отбора стабилизация численности яблоневой плодожорки на некотором уровне не вредит существованию яблони как вида, но человеку нужно гораздо больше качественных плодов для питания. Поэтому в сельскохозяйственной практике он применяет такие средства для подавления численности вредителей и в таком количестве, что они во много раз воздействуют сильнее, чем природные абиотические и биотические регуляторы. К этим средствам относятся ядохимикаты, пестициды и др., которые загрязняют среду и включаются в виде ядов в трофические цепи. Загрязняя среду обитания, человек отравляет и сам себя.

Упрощение природного окружения человека с экологических позиций очень опасно. Поэтому нельзя превращать весь ландшафт в агрохозяйственный, необходимо сохранять и умножать его многообразие, оставляя нетронутые заповедные участки, которые могли бы быть источником видов для восстанавливающихся в сукцессионных рядах сообществ.

3. ИНДУСТРИАЛЬНО-ГОРОДСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

О процессах урбанизации

Урбанизация — это рост и развитие городов, увеличение доли городского населения в стране за счет сельской местности, процесс повышения роли городов в развитии общества. Рост численности населения и его плотности — характерная черта городов. Исторически самым первым городом с миллионным населением был Рим во времена Юлия Цезаря (44-10 г. до н. э.). Самым большим городом мира в наше время является Мехико — 14 млн человек по данным на 1990 г., в начале XXI в. ожидается, что его население превысит 30 млн человек. На этом же рубеже времени 16 млн человек, и даже более, могут достигнуть такие города, как Бомбей, Каир, Джакарта и Карачи, а в 20 млн и выше — Сан-Паулу, Калькутта, Сеул. Население Москвы к концу 2002 г. превысило 10 млн человек.

Общая площадь урбанизированных территорий Земли в 1980 г. составила 4,69 млн км2, а к 2007 г. она достигнет 19 млн км2 — 12,8% всей и более 20% жизнепригодной территории суши. К 2030 г. практически все население мира будет жить в поселках городского типа (Реймерс, 1990).

Плотность населения в городах, особенно крупных, измеряется от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч человек на км2. Как известно, на человека не распространяется действие факторов, зависящих от плотности популяции, подавляющих размножение животных: интенсивность роста населения ими автоматически не снижается. Но, объективно, высокая плотность ведет к ухудшению здоровья, к появлению специфических болезней, связанных, например, с загрязнением среды, делает обстановку эпидемиологически опасной в случае вольного или невольного нарушения санитарных норм и др.

Особенно интенсивно развиваются процессы урбанизации в развивающихся странах, о чем красноречиво свидетельствуют выше приведенные показатели роста численности городов в ближайшие годы.

Человек сам создает эти сложные урбанистические системы, преследуя благую цель — улучшить условия жизни, но не только просто «оградившись» от лимитирующих факторов, но и создать для себя новую искусственную среду, повышающую комфортность жизни. Однако это ведет к отрыву человека от естественной природной обстановки и к нарушению природных экосистем.

Урбанистические системы

Урбанистическая система (урбосистема) — «неустойчивая природно-антропогенная система, состоящая из архитектурно-строительных объектов и резко нарушенных естественных экосистем» (Реймерс,1990).

По мере развития города в нем все более дифференцируются его функциональные зоны — это промышленная, селитебная, лесопарковая. Промышленные зоны — это территории сосредоточения промышленных объектов различных отраслей (металлургической, химической, машиностроительной, электронной и др.). Они являются основными источниками загрязнения окружающей среды.

Селитебные зоны — это территории сосредоточения жилых домов, административных зданий, объектов культуры, просвещения и т. п.

Лесопарковая зона — это зеленая зона вокруг города, окультуренная человеком, т. е. приспособленная для массового отдыха, спорта, развлечений. Возможны ее участки и внутри городов, но обычно здесь городские парки — древесные насаждения в городе, занимающие достаточно обширные территории и тоже служащие горожанам для отдыха. В отличие от естественных лесов и даже лесопарков городские парки и подобные им более мелкие посадки в городе (скверы, бульвары) не являются самоподдерживающимися и саморегулируемыми системами.

Лесопарковая зона, городские парки и другие участки территории, отведенные и специально приспособленные для отдыха людей, называют рекреационными зонами (территориями, участками и т. п.).

Углубление процессов урбанизации ведет к усложнению инфраструктуры города. Значительное место начинает занимать транспорт и транспортные сооружения (автомобильные дороги, автозаправочные станции, гаражи, станции обслуживания, железные дороги со своей сложной инфраструктурой, в том числе подземные — метрополитен; аэродромы с комплексом обслуживания и др.). Транспортные системы пересекают все функциональные зоны города и оказывают влияние на всю городскую среду (урбосреду).

Среда, окружающая человека в этих условиях, — это совокупность абиотической и социальных сред, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство. Одновременно, по Н. Ф. Реймерсу (1990), ее можно делить на собственно природную среду («дикую» природу) 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.

Помимо наземной части ландшафта в орбиту хозяйственной деятельности человека попадает и поверхностная часть литосферы, которую принято называть геологической средой (Е. М. Сергеев, 1979). Геологическая среда — это горные породы, 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 окружающей средой, которые называют природно-техническими системами (Трофимов, Епишин, 1985). Они теснейшим образом связаны с антропогенными ландшафтами, с их геологическим строением и рельефом.

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

Среда урбосистем, как ее географическая и геологическая части, наиболее сильно изменена и по сути дела стала искусственной, здесь возникают проблемы утилизации и реутилизации вовлекаемых в оборот природных ресурсов, загрязнения и очистки окружающей среды, здесь происходит все большая изоляция хозяйственно-производственных циклов от природного обмена веществ (биогеохимических оборотов) 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.

ЛЕКЦИЯ 7.АНТРОПОГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ

1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА БИОСФЕРУ

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

Главным событием эволюции биосферы признавалось приспособление организмов к изменившимся внешним условиям путем изменения внутривидовой информации. Гарантом динамической устойчивости биосферы в течение миллиардов лет служила естественная биота в виде сообществ и экосистем в необходимом объеме.

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

Американский эколог Б. Коммонер (1974) выделил пять видов вмешательства человека в эколо­гические процессы:

упрощение экосистемы и разрыв биологических циклов;

концентрация рассеянной энергии в виде теплового загрязнения;

рост ядовитых отходов от химических производств;

введение в экосистему новых видов;

появление генетических изменений в организмах растений и животных.

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

Нарушения основных систем жизнеобеспечения биосферы связаны в первую очередь с целенаправленными антропогенными воздействиями. По своей природе, глубине и площади распространения, времени действия и характеру приложения они могут быть различными: длительными и кратковременными, площадными и точечными, прямыми и косвенными и т. д. (Сергеев, Трофимов,1985).

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

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

К числу основных глобальных факторов дестабилизации природной среды относятся (Экологическая доктрина Российской Федерации, 2002):

рост потребления природных ресурсов при их сокращении;

рост населения планеты при сокращении для обитания территорий;

деградации основных компонентов биосферы, снижение способности природы к самоподдержанию;

возможные изменения климата и истощение озонового слоя Земли;

сокращение биологического разнообразия;

возрастание экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф;

недостаточный уровень координаций действий мирового сообщества в области решения экологических проблем.

Главнейшим и наиболее распространенным видом отрицательного (негативного) воздействия человека на биосферу является загрязнение. Большинство экологических ситуаций в мире и в России так или иначе связаны с загрязнением окружающей среды (Чернобыль, кислотные дожди, опасные отходы и т. д.). Поэтому понятие «загрязнение» рассмотрим подробнее.

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

Более развернутую характеристику этого понятия приводит известный французский ученый Ф. Рамад (1981): «Загрязнение есть неблагоприятное изменение окружающей среды, которое целиком или частично является результатом человеческой деятельности, прямо или косвенно меняет распределение приходящей энергии, уровни радиации, физико-химические свойства окружающей среды и условия существования живых существ. Эти изменения могут влиять на человека прямо или через сельскохозяйственную продукцию, через воду или другие биологические продукты (вещества)».

По объектам загрязнения различают загрязнение поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв и т. д. В последние годы актуальными стали и проблемы, связанные с загрязнением околоземного космического пространства. К настоящему времени на рабочие орбиты выведено более двадцати тысяч космических объектов, а общая масса отработавших объектов (космического мусора) превышает 3000 т.

Природными загрязнителями могут быть пыльные бури, вулканический пепел, селевые потоки и др.

Источниками антропогенного загрязнения, наиболее опасного для популяций любых организмов, входящих в состав экосистем, являются промышленные предприятия (химические, металлургические, целлюлозно-бумажные, строительных материалов и др.), теплоэнергетика, транспорт, сельскохозяйственное производство и другие технологии. Под влиянием урбанизации в наибольшей степени загрязнены территории крупных городов и промышленных агломераций. По видам загрязнений выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнение.

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

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

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

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

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

нефти и нефтепродуктам в морях и океанах;

хлорорганическим пестицидам (в сельских районах);

оксиду углерода и оксидам азота (в городах).

Этот перечень безусловно должен быть дополнен радионуклидами и другими радиоактивными веществами, пагубные последствия которых для человеческой популяции и экосистем в полной мере проявились после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки (Япония) и аварии на Чернобыльской АЭС. Следует упомянуть и диоксины — весьма опасное загрязняющее вещество из класса хлоруглеводородов.

Помимо химического и радиоактивного загрязнения к другим экологически опасным негативным воздействиям человека на биосферу относят электромагнитные излучения, вибрацию, шум, патогенные бактерии, вирусы и др.

23 мая 2001 г. в Стокгольме была принята Конвенция по стойким органическим загрязнениям (СОЗ), которая обязывает правительства ликвидировать 12 стойких канцерогенных и токсичных загрязнений, а именно: алдрин, гептахлор, ДДТ, диэлдрин, эндрин, хлордан, мирекс, токсафен, гексахлорбензол, полихлорированные бифенелы, диоксины и фураны. Конвенцию подписали около 100 стран мира.

Под видами загрязнений понимают также любые нежелательные для экосистем антропогенные изменения (рис. 12.2, по Г. В. Стадницкому и А. И. Родионову, 1988):

ингредиентное (минеральное и органическое) загрязнение как совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам (например, бытовые стоки, ядохимикаты, продукты сгорания в ДВС и т. д.);

параметрическое загрязнение, связанное с изменениями качественных параметров окружающей среды (тепловое, шумовое, радиационное, электромагнитное);

биоценотическое загрязнение, вызывающее нарушение в составе и структуре популяций живых организмов (перепромысел, направленная интродукция и акклиматизация видов и т. д.);

стациально-деструкционное загрязнение (стация — место обитания популяции, деструкция — разрушение), связанное с нарушением и преобразованием ландшафтов и экосистем в процессе природопользования (зарегулирование водотоков, урбанизация, вырубка лесных насаждений и пр.).

Без всякого преувеличения можно отметить, что воздействия человека на биосферу в целом и на отдельные ее компоненты (атмосферу, гидросферу, литосферу и биотические сообщества) достигло к настоящему времени беспрецедентных размеров. Особенно возросли темпы роста ингредиентных и параметрических загрязнителей, причем не только в количественном, но и в качественном отношении. Негативные тенденции этих воздействий на человека и биоту носят не только выраженный локальный, но и глобальный характер, что свидетельствует о все возрастающем давлении на всю планету.

**2.** ОСОБЫЕ ВИДЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БИОСФЕРУ ВСТУПЛЕНИЕ

К числу особых видов антропогенного воздействия на биосферу относятся:

- загрязнение cреды опасными отходами;

- шумовое воздействие;

- биологическое загрязнение;

- воздействие электромагнитных полей и излучений;

- загрязнение от ракетно-космической деятельности и некоторые другие виды воздействия.

Одной из наиболее острых экологических проблем в настоящее время является загрязнение окружающей природной среды отходами производства и потребления и в первую очередь опасными отходами. Сконцентрированные в отвалах, хвостохранилищах, терриконах, несанкционированных свалках отходы являются источником загрязнения атмосферного воздуха, подземных и поверхностных вод, почв и растительности.

Все отходы подразделяют на бытовые и промышленные. Они могут находиться как в твердом, так и жидком и реже в газоообразном состоянии.

Твердые бытовые отходы (ТБО) — совокупность твердых веществ (пластмасса, бумага, стекло, кожа и др.) и пищевых отбросов, образующихся в бытовых условиях.

Жидкие бытовые отходы представлены в основном сточными водами хозяйственно-бытового назначения. Газообразные — выбросами различных газов.

Промышленные (производственные) отходы (ОП) — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Они бывают твердыми (отходы металлов, пластмасс, древесина и т. д.), жидкими (производственные сточные воды, отработанные органические растворители и т. д.) и газообразными (выбросы промышленных печей, автотранспорта и т. д.).

Промышленные отходы, так же как и бытовые, из-за недостатка полигонов захоронения в основном вывозятся на несанкционированные свалки. Обезвреживается и утилизируется только одна пятая часть.

Наибольшее количество промышленных отходов образует угольная промышленность, предприятия черной и цветной металлургии, тепловые электростанции, промышленность стороительных материалов.

Экологические кризисные ситуации, периодически возникающие в различных точках планеты, во многих случаях обусловлены негативным воздействием так называемых опасных отходов.

Под опасными отходами понимают отходы, содержащие в своем составе вещества, которые обладают одним из опасных свойств (токсичность, взрывчатость, инфекционность, пожароопасность и т. д.) и присутствуют в количестве, опасном для здоровья людей и окружающей природной среды.

Опасные отходы стали проблемой века и для борьбы с ними предпринимаются огромные усилия во всем мире. В России к опасным отходам относят около 10% от всей массы твердых отходов. Среди них металлические и гальванические шламы, отходы стекловолокна, асбестовые отходы и пыль, остатки от переработки кислых смол, дегтя и гудронов, отработанные радиотехнические изделия и т. д.

Класс токсичности отходов определяют согласно Классификатору токсичных промышленных отходов (1987). Наибольшую угрозу для человека и всей биоты представляют опасные отходы, содержащие химические вещества I и II класса токсичности. В первую очередь это отходы, в составе которых присутствуют радиоактивные изотопы, диоксины, пестициды, бенз(а)пирен и некоторые другие вещества.

Радиоактивные отходы (РАО) — твердые, жидкие или газообразные продукты ядерной энергетики, военных производств, других отраслей промышленности и систем здравоохранения, содержащие радиоактивные изотопы в концентрации, превышающей утвержденные нормы.

Радиоактивные элементы, например, стронций-90, передвигаясь по пищевым (трофическим) цепям, вызывают стойкие нарушения жизненных функций, вплоть до гибели клеток и всего организма.

Некоторые из радионуклидов могут сохранять смертоносную токсичность в течение 10-100 млн лет. По удельной активности их подразделяют на низкоактивные (менее 0,1 К^м3), среднеактивные (0,1-100 Ku/м3) и высокоактивные (свыше 1000 Ku/м3).

Во многих странах, особенно в тех из них, на территориях которых имеются атомные электростанции (АЭС) и заводы по переработке ядерного топлива, в настоящее время накопились огромные количества РАО. Только на территории России суммарная активность незахороненных отходов составляет 1,5 млрд Ku, что равняется тридцати Чернобылям. В Великобритании в 90-е гг. отходы атомной промышленности составляли: высокой активности — 5 тыс. м3, средней активности 80 тыс. м3, низкой активности — 500 тыс. м3 (Вронский, 1996).

Подавляющее большинство радиоактивных отходов, хранящихся на АЭС, — это низко- и среднеактивные отходы. Жидкие РАО в виде концентрата хранятся в специальных емкостях, твердые в спецхранилищах. В нашей стране, по данным на 1995 г., уровень заполнения емкостей и складов для РАО на АЭС составил более 60% и при нынешних темпах заполнения все емкости будут заполнены уже в ближайшие годы.

На ряде предприятий Минатома (ПО «Маяк», «Сибирский химический комбинат» и др.) жидкие низко- и среднеактивные РАО хранятся в открытых водоемах, что может привести к радиоактивному заражению обширных территорий в случае внезапных стихийных бедствий (землетрясений, наводнений и др.), а также проникновения радиоактивных веществ в подземные воды.

Огромное количество небольших захоронений радиоактивных отходов (иногда забытых) рассеяно по всему миру. Так, только в США их выявлено несколько десятков тысяч, из которых многие являются активными источниками радиоактивного излучения.

Очевидно, что проблема радиоактивных отходов со временем будет еще более острой и актуальной. По прогнозам МАГАТЭ, к 2005 г. из-за превышения срока работы (более 30 лет) будут демонтированы (ликвидированы) 65 ядерных реакторов АЭС и 260 других ядерных устройств. При их демонтаже потребуется обезвредить огромное количество низкоактивных отходов и обеспечить захоронение более 100 тыс. т высокоактивных (Природа и ресурсы, 1990). Актуальны и проблемы, связанные со списанием кораблей ВМФ с ядерными силовыми установками. Накопление радиоактивных отходов на российских флотах неуклонно повышается, особенно после запрещения в 1993 г. сброса РАО в море.

Помимо жидких и твердых радиоактивных отходов на АЭС и объектах Минатома возможны и газообразные выбросы, содержащие радиоактивные аэрозоли, летучие соединения радиоактивных изотопов или сами радиоактивные изотопы.

Диоксинсодержащие отходы обрауются при сжигании промышленного и городского мусора, бензина со свинцовыми присадками и как побочные продукты в химической, целлюлозно-бумажной и электротехнической промышленности. Установлено, что диоксины образуются также при обезвреживании воды хлорированием, в местах хлорного производства, в особенности при производстве пестицидов.

Диоксины — синтетические органические вещества из класса хлоруглеводородов. Диоксины 2, 3, 7, 8, — ТХДД и диоксиноподобные соединения (более 200) — самые токсичные из полученных человеком веществ. Они обладают мутагенным, канцерогенным, эмбриотоксическим действием; подавляют иммунную систему («диоксиновый СПИД») и в случае получения человеком через продукты питания или в виде аэрозолей достаточно высоких доз вызывают «синдром изнурения» — постепенное истощение и смерть без явно выраженных патологических симптомов. Биологическое действие диоксинов проявляется уже в исключительно низких дозах.

Впервые в мире диоксиновая проблема возникла в США в 30-40-е гг. В России производство этих веществ началось под г. Куйбышевым и в г. Уфе в 70-е гг., где выпускался гербицид и диоксиносодержащие консерванты древесины. Первое крупномасштабное диоксиновое загрязнение окружающей среды зарегистрировано в 1991 г. в районе Уфы. Содержание диоксинов в водах р. Уфы более чем в 50 тыс. раз превысило их предельно допустимые концентрации (Голубчиков, 1994). Причина загрязнения воды — поступление фильтрата Уфимской городской свалки промышленных и бытовых отходов, где, по оценочным данным, было законсервировано более 40 кг диоксинов. Как следствие, содержание диоксинов в крови, жировой ткани и грудном молоке многих жителей Уфы и Стерлитамака увеличилось в четыре - десять раз по сравнению с допустимым уровнем.

Серьезную экологическую опасность для человека и биоты представляют также отходы, содержащие пестициды, бенз(а)пирен и другие токсиканты. Кроме того, следует учитывать, что за последние десятилетия человек, качественно изменив химическую обстановку на планете, включил в круговорот совершенно новые, весьма токсичные вещества, экологические последствия от использования которых еще не изучены.

Существенное значение имеет и потенциальная опасность перемещения в Россию опасных промышленных отходов из стран Западной Европы, США, Японии и других стран.

Многочисленные попытки реализовать такую опасность и тем самым «затопить» Россию опасными отходами предпринимаются вплоть до настоящего времени. Хотя постановлением Правительства РФ от 1 июля 1995 г. и был запрещен импорт в нашу страну опасных отходов с целью захоронения или обезвреживания, что позволило предотвратить экологическую угрозу, тем не менее, проблема опасных отходов в России, по В. И. Данилову-Данильяну и др. (1994), «является по- видимому, самой запущенной по всем позициям: средствам наблюдения и контроля, законодательству, системам очистки и безопасности, угрозе здоровью населения».

Это подтверждается острой дискуссией, которая велась в нашей стране после принятия в 2001 г. Государственной Думой пакета законов, разрешающих ввоз в Россию отработанного ядерного топлива (ОЯТ) с зарубежных АЭС для его переработки и технологического хранения при определенных условиях.

**Шумовое воздействие** — одна из форм вредного физического воздействия на окружающую природную среду. Загрязнение среды шумом возникает в результате недопустимого превышения естественного уровня звуковых колебаний. С экологической точки зрения в современных условиях шум становится не просто неприятным для слуха, но и приводит к серьезным физиологическим последствиям для человека. В урбанизированных зонах развитых стран мира от действия шума страдают десятки миллионов людей.

В зависимости от слухового восприятия человека упругие колебания в диапазоне частот от 16 до 20 000 Г ц называют звуком, менее 16 Гц — инфразвуком, от 20 000 до 1 • 109 — ультразвуком и свыше 1 • 109 — гиперзвуком. Человек способен воспринять звуковые частоты лишь в диапазоне 16-20 000 Гц.

Единица измерения громкости звука, равная 0,1 логарифма отношения данной силы звука к пороговой (воспринимаемой ухом человека) его интенсивности называется децибелом (дБ). Диапазон слышимых звуков для человка составляет от 0 до 170 дБ.

Естественные природные звуки на экологическом благополучии человека, как правило, не отражаются. Звуковой дискомфорт создают антропогенные источники шума, которые повышают утомляемость человека, снижают его умственные возможности, значительно понижают производительность труда, вызывают нервные перегрузки, шумовые стрессы и т. д.

Высокие уровни шума (60 дБ) вызывают многочисленные жалобы, при 90 дБ органы слуха начинают деградировать, 110-120 дБ считается болевым порогом, а уровень антропогенного шума свыше 130 дБ — разрушительный для органа слуха предел. Замечено, что при силе шума в 180 дБ в металле появляются трещины.

Основные источники антропогенного шума — транспорт (автомобильный, рельсовый и воздушный) и промышленные предприятия. Наибольшее шумовое воздействие на окружающую среду оказывает автотранспорт (80% от общего шума). В настоящее время на автомобильных дорогах Москвы, Санкт-Петербурга и других крупных городов России уровень шума от транспорта в дневное время достигает 90-100 дБ и даже ночью в некоторых районах не опускается ниже 70 дБ (предельно допустимый уровень шума для ночного времени — 40 дБ).

Официальные данные свидетельствуют, что в России примерно 35 млн человек (или 30% городского населения) подвержены существенному, превышающему нормативы, воздействию транспортного шума. От авиационного шума страдают несколько миллионов человек. При взлете самолетов наиболее шумных типов (ИЛ-76, ИЛ-86 и др.) авиационный шум с максимальным уровнем 75 дБ фиксируется на расстоянии 40-50 км от аэропорта (Государственный доклад..., 1995).

Шумовое воздействие в крупных индустриальных городах мира — одна из наиболее острых экологических проблем современности. Подсчитано, что более половины населения Западной Европы проживает в районах, где уровень шума составляет 55-70 дБ.

Многочисленные эксперименты и практика подтверждают, что антропогенное шумовое воздействие неблагоприятно сказывается на организме человека и сокращает продолжительность его жизни, ибо привыкнуть к шуму физически невозможно. Человек может субъективно не замечать звуки, но от этого разрушительное действие его на органы слуха не только не уменьшается, но и усугубляется.

Неблагоприятно влияют на питание тканей внутренних органов и на психическую сферу человека и звуковые колебания с частотой менее 16 Гц (инфразвуки). Так, например, исследования, проведенные датскими учеными, показали, что инфразвуки вызывают у людей состояние, аналогичное морской болезни, особенно при частоте менее 12 Гц.

Шумовое антропогенное воздействие небезразлично и для животных. В литературе имеются данные о том, что интенсивное звуковое воздействие ведет к снижению удоев, яйценоскости кур, потере ориентирования у пчел и к гибели их личинок, преждевременной линьке у птиц, преждевременным родам у зверей и т. д. В США установлено, что беспорядочный шум мощностью 100 дБ приводит к запаздыванию прорастания семян и к другим нежелательным эффектам.

**Биологическое загрязнение**

Под биологическим загрязнением понимают привнесение в экосистемы в результате антропогенного воздействия нехарактерных для них видов живых организмов (бактерий, вирусов и др.), ухудшающих условия существования естественных биотических сообществ или негативно влияющих на здоровье человека.

Основными источниками биологического загрязнения являются сточные воды предприятий пищевой и кожевенной промышленности, бытовые и промышленные свалки, кладбища, канализационная сеть, поля орошения и др. Из этих источников разнообразные органические соединения и патогенные микроорганизмы попадают в почву, горные породы и подземные воды. По данным санэпидстанций, патогенные кишечные палочки обнаруживаются в подземных водах на глубине до 300 м от поверхности земли.

В сточных водах целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих и текстильных предприятий объем микрофлоры может достигать опасной для человека величины. В качестве источника углерода и энергии микроорганизмы используют сложные полимеры (целлюлозу, углеводороды нефти и др.).

Особую опасность представляет биологическое загрязнение среды возбудителями инфекционных и паразитарных болезней. Значительные изменения окружающей среды в результате антропогенного воздействия приводят к непредсказуемым последствиям в поведении популяций возбудителей и переносчиков опасных для человека и животных болезней.

Увеличивается количество вспышек классической чумы свиней, оспы у овец, клещевого энцефалита и геморрагической лихорадки среди людей. По мнению авторов Государственного доклада (1995), в сложившейся ситуации наступление СПИДа — лишь первое звено в цепи возможных эпидемий неизвестных прежде заболеваний вирусной этиологии. Цитомегалавирус, не представлявший значительной опасности еще несколько лет назад, может стать главной угрозой в связи с трансплантациями органов и тканей, а также как оппортунистическая инфекция при СПИДе. Весьма опасны также вирус лихорадки Чикунгунья, вирус геморрагической лихорадки с почечным синдромом (вирус «Хантаан») и другие, уничтожение которых представляет значительные трудности.

Новая экологическая опасность создается в связи с развитием биотехнологии и генной инженерии. При несоблюдении санитарных норм возможно попадание из лаборатории или завода в природную среду микроорганизмов и биологических веществ, оказывающих весьма вредное воздействие на здоровье человека и его генофонд.

Помимо генно-инженерных аспектов среди актуальных вопросов биобезопасности, имеющих важное значение для сохранения биоразнообразия, выделяют также:

генетические и экологические последствия интродукции животных и растений;

риск генетического загрязнения генофонда редких и исчезающих видов;

перенос генетической информации от домашних форм к диким.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ И ИЗЛУЧЕНИЙ

Законом РФ «Об охране окружающей среды» (2002 г.) предусмотрены меры по предупреждению и устранению вредных физических воздействий, включая электромагнитные и магнитные поля.

На протяжении миллиардов лет естественное магнитное поле Земли постоянно воздействовало на состояние экосистем. В ходе эволюционного развития структурно-функциональная организация экосистем адаптировалась к естественному фону. Некоторые отклонения наблюдаются лишь в периоды солнечной активности, когда под влиянием мощного корпускулярного потока магнитное поле Земли испытывает кратковременные резкие изменения своих основных характеристик.

Это явление, получившее название магнитных бурь, неблагоприятно отражается на состоянии всех экосистем, включая и организм человека. В этот период отмечается ухудшение состояния больных, страдающих сердечно-сосудистыми, нервно-соматическими и другими заболеваниями. Влияет магнитное поле и на животных, в особенности на птиц и насекомых.

На нынешнем этапе развития научно-технического прогресса человек вносит существенные изменения в естественное магнитное поле, придавая геофизическим факторам новые направления и резко повышая интенсивность своего воздействия.

Основные источники этого воздействия — электромагнитные поля от высоковольтных линий электропередачи (ЛЭП), электромагнитные поля от радиотелевизионных и радиолокационных станций, а также видеодисплейные терминалы и ЭВМ в учебных заведениях.

На территории СНГ общая протяженность только ЛЭП 500 кВ превышает 20 тыс. км (помимо ЛЭП-150, ЛЭП-300 и ЛЭП-750). Линии ЛЭП и некоторые другие энергетические установки создают электромагнитные поля промышленных частот (50 Гц), в сотни раз выше среднего уровня естественных полей. Напряженность поля (Е) под ЛЭП может достигать десятков тысяч вольт на метр.

Наибольшая напряженность поля наблюдается в месте максимального провисания проводов, в точке проекции крайних проводов на землю и в 5 м от нее кнаружи от продольной оси трассы: для ЛЭП 330 кВ — 3,5—5,0 кВ/м, для ЛЭП 500 кВ — 7,6-8 кВ/м и для ЛЭП 750 кВ — 10,0-15,0 кВ/м (Думанский и др., 1976).

Отрицательное воздействие электромагнитных полей на человека, на те или иные компоненты экосистем прямо пропорционально мощности поля и времени облучения. Неблагоприятное воздействие электромагнитного поля, создаваемого ЛЭП, проявляется уже при напряженности поля, равной 1000 В/м. У человека нарушаются функции эндокринной системы, обменные процессы, функции головного и спинного мозга и др.

Воздействие электромагнитных излучений от радиотелевизионных и радиолокационных станций на среду обитания человека связано с формированием высокочастотной энергии. Японскими учеными обнаружено, что в районах, расположенных вблизи мощных излучающих теле- и радиоантенн, заметно повышается заболевание катарактой глаз. Медико-биологическое негативное воздействие электромагнитных излучений возрастает с повышением частоты, т. е. с уменьшением длины волн.

В целом можно отметить, что электромагнитные излучения от радиотелевизионных средств связи, радиолокаторов и других объектов приводят к значительным нарушениям физиологических функций человека и животных. По мнению проф. С. Ниты (Япония), вредное воздействие на человеческий организм невидимого, но очень опасного электромагнитного загрязнения окружающей среды идет гораздо более быстрыми темпами, чем прогресс в электронике. Крайне необходимы дальнейшие эколого-эпидемиологические исследования воздействия электромагнитных полей и излучений на здоровье человека, состояние биоты и экосистем в целом.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Эксплуатация ракетно-космической техники связана с глобальным воздействием на природные экосистемы Земли и околоземное космическое пространство. В Законе РФ «О космической деятельности» принцип безопасности космической деятельности и охраны окружаюшей природной среды отнесен к числу важнейших. К сожалению, за годы космической эры, он неоднократно нарушался по разным причинам.

В России мощными источниками загрязнения природной среды считаются все три российских

космодрома (испытательный полигон «Плесецк» в Архангельской области, испытательный полигон «Капустин Яр» в Астраханской области и испытательный полигон «Свободный» в Амурской области). Сильно загрязняет природную среду и казахстанский космодром «Байконур».

Особую опасность представляют жидкотопливные ракеты-носители типа «Союз», «Зенит», «Космос» и др.

К основным факторам негативного экологического воздействия от ракетно-космической деятельности относят:

загрязнение территорий и акваторий от падения частей ракет;

химическое загрязнение атмосферы, почвы, биоты, поверхностных и подземных вод несгоревшими токсичными компонентами ракетного топлива;

загрязнение от запуска и уничтожения ракет;

загрязение от производства, хранения и уничтожения гептила и других токсичных топлив;

разрушение озонового слоя Земли;

засорение околоземного пространства фрагментами ракетно-космической техники («космический мусор»).

Масштабы и опасные последствия загрязнения и засорения окружающей среды, вызванные ракетно-космической техникой, постоянно возрастают.

ЛЕКЦИЯ 8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

1. ОСНОВНЫЕ ФОРМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА

В истории формирования природоохранной деятельности можно выделить следующие основные формы взаимодействия природы и общества: видовая и заповедная охрана природы — поресурсная охрана — охрана природы — рациональное использование природных ресурсов — охрана cреды обитания человека — охрана окружающей cреды. Соответственно расширялось и углублялось само понятие природоохранной деятельности.

Охрана природы — cовокупность государственных и общественных мероприятий, направленных на сохранение атмосферы, растительности и животного мира, почв, вод и земных недр.

Интенсивная эксплуатация природных богатств привела к необходимости нового вида природоохранной деятельности — рационального использования природных ресурсов, при котором требования охраны включаются в сам процесс хозяйственной деятельности по использованию природных ресурсов (Петров, 1990).

На рубеже 50-х гг. ХХ в. возникает еще одна форма охраны — охрана среды обитания человека. Это понятие, близкое по смыслу к охране природы, в центр внимания ставит человека, сохранение и формирование таких природных условий, которые наиболее благоприятны для его жизни, здоровья и благосостояния.

Охрана окружающей среды — новая форма во взаимодействии человека и природы, рожденная в современных условиях, она представляет систему государственных и общественных мер (технологических, экономических, административно-правовых, просветительных, международных), направленных на гармоничное взаимодействие общества и природы, сохранение и воспроизводство действующих экологических сообществ и природных ресурсов во имя живущих и будущих поколений.

Очень близок по содержанию и объему к этому понятию принятый рядом авторов термин «охрана биосферы». Охрана биосферы — это система мероприятий, проводимых на национальном и международном уровнях и направленных на устранение нежелательного антропогенного или стихийного влияния на функционально взаимосвязанные блоки биосферы (атмосферу, гидросферу, почвенный покров, литосферу, сферу органической жизни), на поддержание выработавшейся эволюционно ее организованности и обеспечения нормального функционирования.

Охрана окружающей среды тесно связана с природопользованием — одним из разделов прикладной экологии.

Природопользование — общественно-производственная деятельность, направленная на удовлетворение материальных и культурных потребностей общества путем использования различных видов природных ресурсов и природных условий.

По Н. Ф. Реймерсу (1992), природопользование включает в себя:

а) охрану, возобновление и воспроизводство природных ресурсов, их извлечение и переработку;

б) использование и охрану природных условий среды жизни человека;

в) сохранение, восстановление и рациональное изменение экологического равновесия природных систем;

г) регуляцию воспроизводства человека и численности людей.

Природопользование может быть нерациональным и рациональным.

Нерациональное природопользование не обеспечивает сохранение природно-ресурсного

потенциала, ведет к оскуднению и ухудшению качества природной среды, сопровождается загрязнением и истощением природных систем, нарушением экологического равновесия и разрушением экосистем.

Рациональное природопользование означает комплексное научно-обоснованное использование природных богатств, при котором достигается максимально возможное сохранение природно­ресурсного потенциала, при минимальном нарушении способности экосистем к саморегуляции и самовосстановлению.

По Ю. Одуму (1975), рациональное природопользование преследует следующие основные цели:

обеспечить такое состояние окружающей среды, при котором она смогла бы удовлетворить наряду с материальными потребностями запросы эстетики и отдыха;

обеспечить возможность непрерывного получения урожая полезных растений, производства животных и различных материалов путем установления сбалансированного цикла использования и возобновления.

В нынешний, современный этап развития проблемы охраны окружающей среды рождается новое понятие — экологическая безопасность, под которой понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных экологических интересов человека, прежде всего его прав на благоприятную окружающую среду.

Научной основой всех мероприятий по охране окружающей среды и рациональному природопользованию служит теоретическая экология, важнейшие принципы которой ориентированы на поддержание гомеостаза экосистем и на сохранение экзистенционного потенциала.

Экосистемы имеют следующие предельные границы такой экзистенции (существования, функционирования), которые необходимо учитывать при антропогенном воздействии (Сайко, 1985):

предел антропотолетарности — устойчивости к негативному антропогенному воздействию, например, влиянию пестицидов, вредному для млекопитающих и орнитофауны и т. п.;

предел стохетолерантности — устойчивости против стихийных бедствий, например, действия на лесные экосистемы ураганных ветров, снежных лавин, оползней и др.;

предел гомеостаза — способности к саморегуляции;

предел потенциальнойрегенеративности, т. е. способности к самовосстановлению.

Экологически обоснованное рациональное природопользование должно заключаться в

максимально возможном повышении этих пределов и достижении высокой продуктивности всех звеньев трофических цепей природных экосистем. Другими словами, экологически сбалансированное природопользование возможно лишь при использовании «экосистемного подхода, учитывающего все виды взаимосвязей и взаимовлияний между средами, экоценозами и человеком» (Борозин, Цитцер, 1996).

Нерациональное природопользование в конечном счете ведет к экологическому кризису, а экологически сбалансированное природопользование создает предпосылки для выхода из него.

Всеобщие взаимосвязи и взаимозависимости, объективно существующие как в самой природе, так и при взаимодействии с обществом, определяют основные принципы охраны окружающей природной среды и рационального природопользования.

Соблюдение этих принципов необходимо при выполнении любой хозяйственной и иной деятельности, оказывающей воздействие на экологические сообщества и природные ресурсы.

Согласно ст. 3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (2002) к их числу относятся:

соблюдение права человека на благоприятную окружающую среду;

охрана, воспроизводство и рациональное использование природных ресурсов как необходимые условия обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности;

научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в условиях обеспечения устойчивого развития и благоприятной окружающей среды;

презумпция экологической опасности планируемой хозяйственной деятельности;

обязательность оценки воздействия на окружающую среду при принятии решений об осуществлении хозяйственной деятельности;

обязательность проведения государственной экологической экспертизы проектной и иной документации в случае возможного негативного воздействия планируемой хозяйственной и иной деятельности;

приоритет сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и комплексов;

сохранение биологического разнообразия.

Наиболее общим принципом, или правилом, охраны окружающей среды необходимо считать следующий (Реймерс, 1994): глобальный исходный природно-ресурсный потенциал в ходе исторического развития непрерывно истощается, что требует от человечества научно-технического совершенствования, направленного на более широкое и полное использование этого потенциала.

Из этого правила следует другой основополагающий принцип охраны природы и среды жизни:

«экологичное -экономично», т. е. чем рачительнее подход к природным ресурсам и среде обитания, тем меньше требуется энергетических и других затрат. Воспроизводство природно-ресурсного потенциала и усилия на его воплощение должны быть сопоставимы с экономическими результатами эксплуатации природы.

Еще одно важнейшее экологическое правило — все компоненты природной среды — атмосферный воздух, воды, почву и др. — охранять надо не по отдельности, а в целом, как единые природные экосистемы биосферы. Только при таком экологическом подходе возможно обеспечить сохранение ландшафтов, недр, генофонда животных и растений.

Важнейшим природоохранным принципом является и научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов, что отвечает духу международной конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992), где был взят курс на модель устойчивого развития общества, на разумное сочетание экологической и экономической составляющих, на сохранение окружающей природной среды наряду, вместе с экономическим ростом.

Объектами охраны окружающей среды от загрязнения, истощения, деградации, порчи, уничтожения и иного негативного воздействия являются земли, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд, атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство (ст. 4 Федерального закона «Об охране окружающей среды» 2002 г.).

Особой охране подлежат государственные природные заповедники, национальные и дендрологические парки, ботанические сады, места традиционного проживания коренных малочисленных народов, континентальные шельфы и некоторые другие объекты.

Природным законодательством определяется, что в первоочередном порядке охране подлежат естественные экологические системы, природные ландшафты и комплексы, не подвергающиеся антропогенному воздействию.

ЛЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГО - И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

1. ЭКОЛОГИЧНОЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

По оценке отечественных и зарубежных специалистов, одним из основных направлений улучшения экологической обстановки в мире и сохранения здоровья населения является снижение уровня потребления природных энергетических ресурсов.

Рассмотрим значение этого вопроса на примере жилищно-строительной сферы — одного из главных потребителей энергии как у нас в России, так и за рубежом. В России на нужды жилищно­строительного комплекса расходуется в год почти 240 млн т условного топлива, что составляет 20% всех потребляемых в стране топливо-энергетических ресурсов. Поэтому в условиях нарастающего в мире энергетического кризиса и роста стоимости энергоносителей снижение энергопотребления полностью отвечает принципам устойчивого развития, т. е. стратегии экологически устойчивого (самоподдерживающегося) социально-экономического развития.

Энергосбережение предусматривает крайне экономное расходование энергетических ресурсов. Не случайно поэтому на Конференции ООН в Рио-де-Жанейро (1992) и последующих саммитах особое внимание обращалось на всемирное сбережение энергии и максимально эффективное ее использование.

То, что энергосбережение является магистральным путем устойчивого развития общества, объясняется несколькими причинами. Во-первых, исчерпаемостью (конечностью) органических природных энергетических ресурсов. Во-вторых, резким повышением стоимости природных энергоресурсов. В-третьих, рост энергопотребления сопровождается значительным усилением негативного антропогенного воздействия на естественные экологические системы и природные комплексы.

Экономически развитые страны Европы, а также США, Япония и другие страны повышенное внимание к проблемам энергосбережения стали уделять после мирового энергетического кризиса в 70-е годы. Приоритетной была признана концепция, направленная на энергосбережение, а не на все возрастающее производство новых энергоресурсов. В результате реализации этой программы к середине 90-х годов годовой расход энергии в указанных странах в среднем был снижен на 30-40%.

В связи с резким удорожанием энергии организационные процессы по энергосбережению начались и у нас в России. Энергосбережение официально было признано главным направлением в энергетической стратегии страны. В январе 1998 г. Правительство России утвердило Федеральную целевую программу «Энергосбережение России на 1998-2005 годы». Несколько ранее, 9 июля 1997 г. правительством было принято постановление «О повышении эффективности использования энергетических ресурсов... предприятиями бюджетной сферы». Согласно решению Минстроя Российской Федерации от 11 августа 1995 г. «О принятии изменений № 3 в СНиП 11-3-79 «Строительная теплотехника» в целях энергосбережения значительно повышены требования к термическому сопротивлению ограждающих конструкций зданий.

В отечественном жилищно-строительном комплексе используются несколько видов энергоносителей: органическое топливо, электроэнергия и теплоэнергия. Существенные потери энергии наблюдаются на всех стадиях производства работ: от транспортировки топлива до его использования в строительных и жилищно-бытовых целях. Например, устаревшая технология центрального теплоснабжения, используемая в жилищно-бытовом секторе, приводит к значительным потерям энергоносителей.

Б. А. Пермяков (2000), анализируя потери энергии в строительной отрасли, считает, что один из крупнейших потребителей газа — промышленность строительных материалов еще слабо использует неограниченные возможности энергосбережения. Так, например, коэффициент полезного действия (КПД) заводов по производству стекла часто не превышает 35-40%, на кирпичных заводах и предприятиях по производству керамических изделий потери теплоты в сушильных установках достигают 52%, а в печи — 63%. Огромное количество теплоты уходит вместе с отходящими газами в окружающую среду при получении цементного клинкера по технологии мокрого способа и т. д.

И хотя в настоящее время практически для всех видов производств строительного профиля разработаны энергосберегающие, теплоутилизирующие установки и приняты другие теплозащитные меры, уровень энергоэффективности предприятий строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства у нас в стране значительно ниже зарубежного.

Мировая практика развития индустриальных стран показывает, что потребление энергии только в жилищном секторе может быть сокращено по крайней мере в 2 раза, если внедрять новейшие технологии производства и эксплуатации материалов и оборудования.

К основным факторам, определяющим непроизводительные потери энергии в строительной сфере, специалисты относят:

ориентацию строительной индустрии и промышленности строительных материалов на преимущественный выпуск и использование энергоемких материалов (кирпич, керамзитобетон и др.);

применение ограждающих конструкций зданий с низким уровнем теплозащиты;

несовершенство технических систем теплоснабжения и инженерного оборудования зданий;

неэффективное использование градостроительных приемов, объемно-планировочных и конструктивных решений;

недостаточное развитие нетрадиционных систем энергообеспечения.

Переход к энергосберегающему производству требует не только реформирования

экономических отношений и совершенствования технологий, но и изменения всего образа жизни, развития нового мышления. Следует постоянно помнить, что с учетом нынешней экологической обстановки в мире, альтернативы энерго- и ресурсосберегающим технологиям как в мире, так и в нашей стране не существует.

Основные направления экологичного энергопотребления

Введение новых российских теплотехнических требований поставило перед проектировщиками и строителями ряд сложных задач, требующих безотлагательного их решения. Главным направлением экологичного энергопотребления в сфере строительства и эксплуатации зданий и сооружений академик РААСН С. Н. Булгаков (1999) считает осуществление полного комплекса энергосберегающих мероприятий: градостроительных, архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных и эксплуатационных. При этом, по его мнению, удельная доля энергосбережения за счет совершенствования градостроительных решений должна составлять 8-10%, архитектурно-планировочных — до 15%, конструктивных систем — до 25%, инженерных систем — до 30%, технологии эксплуатации (включая установку приборов учета, контроля и регулирования тепло- и электропотребления) — до 20%.

Энергосберегающие градостроительные решения, по мнению С. Н. Булгакова и других специалистов, должны включать:

установление моратория на расширение границ городов в течение 20-30 лет с целью более рационального использования городских магистральных теплопроводов и других энергосистем;

включение в генпланы, программы и бизнес-планы застройки жилых кварталов мероприятий по ликвидации сквозных ветрообразующих пространств;

организацию замкнутых дворовых и внутриквартальных территорий;

использование естественной теплоты Земли и развитие подземной урбанизации с целью экономии энергоресурсов.

В целях энергосбережения необходимо также правильное размещение и взаиморасположение зданий и жилых комплексов, использование защитных свойств рельефа и т. д.

К эффективным решениям в области энергосберегающего архитектурно-планировочного направления относят строительство ширококорпусных жилых домов с сокращением удельной площади ограждающих конструкций на 1 м2 площади жилья, возведение мансардных этажей на существующих зданиях для предотвращения сверхнормативных потерь тепла через покрытия и др.

При архитектурном проектировании жилых домов с целью сбережения энергии прибегают также к таким мерам, как упрощение конфигурации домов, оптимальная ориентация их по ветру и по солнцу, оптимизация внутренней планировки и т. д.

Весомый вклад в энергосбережение в строительной сфере могут внести оптимальные конструктивные системы, применяемые при возведении и эксплуатации зданий. Известно, что при действующей практике проектирования и строительства более 60% тепла уходит через ограждающие конструкции: внешние стены, потолок, крышу, окна, двери и фундамент. Поэтому основной резерв теплосбережения кроется в надежной теплоизоляции всего корпуса жилого дома.

Самый трудоемкий процесс — утепление стен, ранее достигалось либо увеличением их толщины, либо использованием материалов с большим теплосопротивлением. Однако для удовлетворения новых требований по теплозащите кирпичные стены в центральных районах России нужно было бы проектировать толщиной не менее 1 м. Поэтому с учетом повышенных требований к теплоэффективности и к сбережению ресурсов, основным способом снижения теплопотерь становится утепление стен с помощью новых эффективных материалов с теплосопротивлением R от 0,19 до 0,42 на 1 см.

Следует отметить, что в России на душу населения производится теплоизоляционных материалов в несколько раз меньше, чем в других экономически развитых странах. Объем выпуска этих материалов на 1000 жителей составляет в Японии — 350 м3, Финляндии — 416 м3, США — 496 м3, в России — 120 м3. К сожалению, в нашей стране практически не производятся ценнейшие утеплители из базальта и вермикулита. Недостаточно используются весьма перспективные отечественные материалы на основе вспученного перлита, геокар на основе торфа, тизол на основе гипса и др.

В различных странах, в том числе и в России, при утеплении наружных стен крупнопанельных домов широко используется многослойная теплоизоляционная система (МТИС) «мокрого» типа. Академическим институтом инвестиционно-строительных технологий РААСН для всех климатических поясов России разработан сухой способ утепления наружных стен.

Теплоэффективная архитектура дома немыслима без увеличения сопротивления теплопередачи окон, так как через них проходит от 20 до 70% всех потерь через ограждающие конструкции. При этом имеют значение типы остекления, виды остекленных пространств, типы теплоизоляции остекления. Стандартные конструкции окон, выпускаемые многими зарубежными фирмами, характеризуются полной герметичностью и жесткой рамой, двумя - тремя слоями стекла с расстоянием между ними 8-12 мм и заменой воздуха между стеклами на инертный газ (аргон), либо вакуум.

Как считают многие специалисты, существующие на сегодня в России повышенные нормативные теплозащитные требования могут быть выполнены лишь при использовании оконного заполнения из древесины и стеклопластика с тройным остеклением, либо специльных стеклопакетов с двойным слоем пленки.

Для снижения потерь тепла перспективно также использование окон с теплоотражающими стеклами. Однако во всех случаях максимально возможная величина теплосопротивления окон будет ниже теплосопротивления стен, поэтому рекомендуется использовать дополнительные теплозащитные экраны: ставни, шторы, занавески и др.

В районах с холодным климатом через фундамент здания теряется от 20 до 30% тепла от общих потерь через ограждающие конструкции. Для снижения этих потерь необходима тщательная теплоизоляция фундамента вместе с мероприятиями по водоотведению, парозащите и достаточной вентиляции подвальных помещений. Наибольший теплозащитный эффект дает теплоизоляция фундаментов с внешней стороны.

Энергосберегающие инженерные системы — энергоисточники, оборудование, контрольно­измерительные приборы и др., по оценке специалистов, позволяют сократить расход тепла на отопление и нагрев воздуха на 25-30%. Основные составляющие этого направления: использование высокопроизводительного котельного оборудования и повышение его КПД; устранение теплопотерь в системах централизованного теплоснабжения; переход на автономные системы горячего водоснабжения с использованием газовых или электронагревателей; введение поквартирной системы отопления; установка терморегулирующей аппаратуры для регулирования обогрева жилых зданий в зимний и осенне-весенний периоды, в дневное и ночное время и т. д.

В аналитическом обзоре современных проблем экологичного энергопотребления (Аврорин и др., 1997) в числе других мер по сбережению энергии при проектировании и строительстве жилых зданий и сооружений названы:

энергосберегающий образ жизни; обучение энергосберегающему проектированию и строительству;

использование искусственной вентиляции с рекуперацией тепла и уменьшением неконтролируемого воздухообмена;

сбережение электроэнергии на освещение с помощью новых типов светильников (в основном люминесцентных ламп) и использование более эффективных холодильников, телевизоров и др.;

использование строительных материалов с минимальной затратой энергии на их добычу и транспортировку;

использование строительной техники без тяжелых энергоемких строительных машин и оборудования;

рациональная организация строительных работ и сокращение сроков строительства;

компьютерное математическое моделирование, оптимизация всех теплозащитных характеристик и контроль за работой инженерных систем.

Как справедливо отмечают авторы аналитического обзора, правильное соотношение характеристик дома является ключевым в вопросах сбережения энергии. «Мы можем сколько угодно утеплять стены, но не получим желаемого эффекта, если не предпримем меры, предотвращающие неконтролируемый обмен воздухом с внешней средой, или не утеплим в достаточной мере окна и двери».

В уже существующей жилой застройке в первую очередь экологическое энергопотребление следует начинать с проведения энергетического аудита, совершенствования инженерного оборудования и теплоизоляции корпусов жилых домов, установки приборов автоматического регулирования отпуска тепла.

**Концепция энергосберегающего экодома**

Экодомом называют автономный малоэтажный дом, в котором в максимально возможной степени используются природные процессы для обеспечения его жизнедеятельности, включая энергообеспечение и переработку всех видов отходов.

В случае если здание вносит определенные помехи в круговорот веществ и энергии, но в целом обеспечивает благоприятную для человека внутреннюю среду, необходимую связь с окружающим ландшафтом, максимально использует тепловую энергию, его называют экологичным (Тетиор, 1991). Различают следующие их виды: энергосберегающие, гелиоэнергоактивные, биоэнергоактивные, ветроэнергоактивные и др.

Экодом — своеобразная экологическая антропогенная экосистема, биологически активный объект. Он включает в себя и окружающий участок ландшафта, в пределах которого осуществляется полная утилизация отходов и повышается биологическая активность почвы.

Главное отличие экодома от традиционного дома — это наличие в нем систем жизнеобеспечения, организованных по принципу экосистем, и независимость от городских сетей аналогичного назначения. При этом экодом не является полностью замкнутой искусственной экосистемой, подобно создаваемым ранее в США системам, стимулированным космическими программами и оказавшимися непригодными для длительного пребывания в них человека из-за ухудшения микробиологического состава внутренней среды. Экодом — это открытая система, тесно связанная с окружающей природной средой и образующая с ней единую экологическую систему.

2. НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Понятие устойчивого развития включает в себя как обязательный компонент постепенный переход от энергетики, основанной на сжигании органического топлива (нефть, уголь, газ и др.), к нетрадиционной (альтернативной) энергетике, использующей возобновляемые экологически чистые источники энергии — солнце, ветер, энергию биомассы, подземное тепло и др.

В послании международной экологической организации Гринпис правительствам всех стран отмечается, что «правительства должны признать, что углеводородное топливо — основная причина изменения климата и что единственной стабильной системой энергоснабжения, способной отвечать нашим энергетическим потребностям, может быть система, основанная на возобновляемых источниках энергии».

Основные преимущества возобновляемых источников энергии хорошо известны: практическая неисчерпаемость запасов (рис. 21.5) и относительная экологическая безвредность, в связи с отсутствием побочных эффектов, загрязняющих природную среду. Сдерживает их развитие недостаточный на сегодняшний день технический уровень индустриальных методов использования.

В жилищно-строительной сфере, как и во всех других видах человеческой деятельности, использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии получило широкое развитие.

Энергия Солнца. В современной мировой практике энергоснабжения излучение Солнца — возможно, главный нетрадиционный источник энергии. Появилась новая отрасль энергетики — гелиоэнергетика, созданы специальные энергетические установки — гелиосистемы.

«Ливень» солнечной энергии неисчерпаем. Лишь незначительная часть излучения Солнца (0,02%) попадает в биосферу Земли, но и этого количества энергии достаточно, чтобы в тысячи раз перекрыть общую мощность всех электростанций мира.

К недостаткам солнечной энергии относят дискретность (прерывистость) ее поступления на поверхность Земли (по часам суток, времени года, географическим поясам) и зависимость от метеорологических условий. Например, в России специалисты рекомендуют размещать гелиополигоны южнее 55° с. ш. В связи с этим многие зарубежные ученые работают над проблемой выноса гелиосистем на околоземную орбиту. Предполагается строительство в Европе 40 спутниковых солнечных электростанций, способных обеспечить около 20% потребности в электроэнергии.

Однако не исключено, что солнечные электростанции могут причинить ущерб окружающей среде в процессе передачи энергии на Землю (А. И. Мелуа и др., 1988).

Существует два основных направления использования солнечной энергии: выработка электрической энергии и получение тепловой энергии (теплоснабжение). Применение солнечных электрогенераторов находится все еще в начальной стадии, зато использование солнечного теплоснабжения для обогрева жилых зданий занимает в мировой практике уже значительное место.

Так, в США в 1977 г. насчитывалось около 1000 солнечных домов, в 90-е гг. число их превысило 15 тыс. Солнечные установки для подогрева воды имеют 90% домов на Кипре и 70% в Израиле. Только за последние 15 лет в Японии построены сотни тысяч зданий с солнечным подогревом, что позволило резко уменьшить выбросы в атмосферу диоксида углерода и других парниковых газов.

Солнечная энергетика в России развита совершенно недостаточно, хотя половина ее территории находится в благоприятных для использования солнечной энергии условиях — в год ее поступает не менее 100 кВт ч/м2, а в таких районах, как Дагестан, Бурятия, Приморье, Астраханская область и др. — до 200 кВт ч/м2 (Стребков, 1993).

Солнечная энергия очень удобна для энергоснабжения зданий. Как показали экспериментальные исследования, только за счет энергии солнечных лучей, падающих на ограждающие конструкции зданий, можно полностью решить энергетические проблемы, связанные с их обогревом, горячим водоснабжением и др.

Существует три вида гелиосистем, служащих для удовлетворения тепловых нужд здания: пассивные, активные и смешанные (Швецов, 1994).

В пассивных гелиосистемах само здание служит приемником и преобразователем солнечной энергии, а распределение тепла осуществляется за счет конвенции.

Основным элементом более дорогостоящей активной гелиосистемы является коллектор — приемник солнечной энергии, где солнечный свет преобразуется в тепло. Гелиоколлектор представляет собой теплоизолированный ящик: видимый свет от солнца проходит сквозь прозрачное покрытие (стекло или пленку), попадает на зачерненную панель и нагревает ее. При специальной конструкции коллектора внутри его достигается очень высокая температура, позволяющая успешно осуществлять горячее водоснабжение.

Оценивая эффективность применения солнечного теплоснабжения в нашей стране, Н. Пинигин и А. Александров (1990) показали, что использование солнечных установок в режиме круглогодичного горячего водоснабжения зданий экономически целесообразно практически для всей южной части Российской Федерации.

В последние годы созданы установки с сезонным аккумулированием тепла, что позволяет даже в условиях Сибири сохранить до 30% топливных ресурсов и использовать их для обогрева небольших домов в зимний период. Необходимы дальнейшие поиски использования солнечной энергии не только в южных, но и в северных районах России, особенно учитывая, что в Норвегии и Финляндии такой опыт уже имеется.

Использование солнечной энергии в жилищно-строительной сфере не ограничивается только теплоснабжением жилых зданий. Так, АО «ПИ-2» разработало серию проектов гелиополигонов (стационарных и мобильных, сезонных и круглогодичного действия), в которых впервые в мире для термовлажностной обработки сборных железобетонных конструкций и изделий была использована солнечная энергия без промежуточных превращений (Великолепов, 1995). После укладки гелиопокрытия (СВИТАП) железобетонное изделие превращается в аккумулятор тепла, после чего начинает действовать другой источник тепла — экзотермия цемента.

Строительство таких гелиополигонов позволяет: сократить объемы строительно-монтажных работ, повысить долговечность и качество изделия, снизить его стоимость, отказаться от котельной, теплотрасс, пропарочных камер, уменьшить нагрузку на окружающую среду и, главное, экономить условное топливо. По мнению авторов проекта, необходимо пересмотреть способы производства сборного железобетона и создать условия для широкого внедрения энергосберегающих технологий, использующих солнечную энергию.

В заключение приведем высказывание лауреата Нобелевской премии Жореса Алферова (2001) по поводу использования солнечной энергии: «Солнце — это термоядерный реактор, который работает миллионы лет надежно и безопасно. И задача преобразования солнечной энергии в электрическую будет решена. Может быть, даже в нашем ХХ! веке. Академик Иоффе мечтал о солнечной энергетике и ее широком применении, когда КПД солнечных преобразований равнялся 0,1%. Сегодня КПД солнечных преобразований на гетероструктурах достиг 35%. Да, это по- прежнему дороже, чем атомная энергетика. Но дороже не на порядок, а лишь в несколько раз. И хочется верить, что лет через пятнадцать - двадцать солнечная энергетика будет сравнима или даже обойдет другие виды».

Завораживающей сознание выглядит идея, предложенная японскими специалистами, о строительстве единой для всей планеты гигантской солнечной электростанции где-нибудь в Сахаре или пустынях Австралии. Для этой станции потребовалась бы площадь, эквивалентная квадрату со стороной 800 км. Но уже сейчас суммарная площадь солнечных отражателей, используемых в мировой практике, превышает 6 млрд м2 (США — 1,8 млрд м2, Япония — 1,3 млрд м2 и т. д.).

Энергия ветра. Направление энергетики, связанное с ветровой энергией, называют ветроэнергетикой, а здания, в которых энергия ветра преобразуется в электрическую, тепловую и другие виды энергии, — ветроэнергоактивными.

Ветроэнергетика становится рентабельной при средних скоростях ветра от 3 до 10 м/с при повторяемости около 60-90% и, следовательно, может использоваться лишь в районах с постоянным ветром (Крайний Север, побережье Охотского моря, Камчатка, Курилы, Прикаспийская низменность и др.).

В ветроэнергоактивном здании энергия ветра преобразуется с помощью ветрового колеса, размещенного в здании. Основным рабочим органом является ротор, который вращает генератор.

По А. Н. Тетиору (1991), важной экологической проблемой является защита здания и жителей от механических колебаний, генерируемых ветроустановкой. Применение различных способов виброизоляции, включая размещение ветроэнергетических установок вне жилых зданий, приводит к удорожанию их строительства. Значительным недостатком ветроэлектростанции является также генерация ими инфразвукового шума.

И, тем не менее, ветроэнергетика имеет большое будущее. За последние 20 лет она прошла путь от небольших агрегатов до современной многомиллиардной отрасли, обеспечивающей большое количество энергосистем. В 2001 г. ветротурбины, мощность которых составляла 14 000 МВт, генерировали «чистую» электроэнергию в более чем 30 странах мира. Только в США работает 9000 ветровых электроустановок, в Дании — 1500. По данным Европейской ассоциации ветровой энергии, к 2020 г. ветровые электростанции обеспечат 10% мировой потребности в электроэнергии.

Г еотермальная энергия. На территории СНГ запасы еще одного нетрадиционного источника энергии — геотермального тепла, оцениваются в десятки миллионов тонн условного топлива. Идея использования тепла Земли как альтернативного энергоресурса не нова. Еще в 20-е гг. ХХ в. К. Э. Циолковский и В. А. Обручев считали возможным использование геотермального тепла. К началу ХХ1 в. мощность энергии геотермальных систем в мире превысила 16 млн кВт ч, что достаточно для обогрева многих тысяч квартир. Исландия полностью отказалась от использования органического топлива, и широко использует геотермальные воды.

Наиболее экономически выгодный вариант использования геотермального тепла — строительство ГЭС с использованием водяного пара (температурой 200-400 °С). К сожалению, месторождения термального пара в России, да и в мире, редки, поэтому основное применение находят геотермальные (теплоэнергетичекие) воды с температурой до 200 °С, выходящие на поверхность земли в виде источников. Достаточно упомянуть в связи с этим Паужетскую гидротермальную станцию, построенную в 1967 г. на Камчатке.

Перспективным направлением в энергосбережении специалисты считают извлечение тепловой энергии из водонасыщенных пластов, залегающих на глубинах 2-3 км и имеющих температуру 150-200 °С. На выбранной площадке бурятся вертикальные и наклонные нагнетательные скважины, по которым закачивается теплоноситель, который прогревается горячими породами, а затем откачивается. Подобная теплоэнергетическая система называется циркуляционной и ее применение вполне целесообразно во многих районах СНГ (Северный Кавказ, Крым, Армения, Закарпатье и др.). Первая в России термоциркуляционная система действовала в г. Грозном, где вода после использования в теплицах нагнеталась на глубину 1 км, там она вновь нагревалась.

Энергия биомассы. Биомасса — это выраженное в единицах массы количество живого вещества организмов, приходящееся на единицу площади или объема. В процессе переработки она преобразуется в органические отходы и биогаз.

В настоящее время биомасса широко используется в качестве топлива, что является результатом постоянных усилий ученых и специалистов по созданию экологически чистой энергии и предотвращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

В энергетических целях биомассу либо сжигают, используя теплоту сгорания (в этом случае продукты пиролиза могут загрязнять атмосферу), либо перерабатывают путем анаэробного сбраживания с целью получения биогаза . Биогаз, состоящий на 60-70% из метана и на 20-40% из углекислого газа, получают в специальных установках, основной частью которых является реактор (метантенк), т. е. бродильная камера, в которую загружают биомассу.

Материалом для переработки на биогазовых установках служат твердые бытовые отходы, навоз, отходы деревообработки (кора, опилки, стружки), осадки биологических очистных устройств и др.

С экологической точки зрения укажем на некоторые отличительные особенности использования этого энергетического направления:

биотехнологическая трансформация биомассы в энергию считается абсолютно безвредной;

в отличие от традиционных источников энергии данный метод не загрязняет окружающую среду;

вырабатывается не только энергия, но и одновременно природная среда очищается (освобождается) от продуктов жизнедеятельности и других отходов.

После очищения от углекислого газа и сероводорода биогаз сжигают и используют в стандартных водонагревателях, газовых плитах, горелках и других приборах.

В строительной сфере биогаз, как показывает мировой опыт, широко используется как источник экологически чистой энергии при производстве многих строительных материалов: гипса, стекла, керамзита и др. Доказано также, что при сухом способе производства цемента экологически и экономически выгоднее во вращающихся обжиговых печах использовать не традиционные источники энергии, а биогаз.

К нетрадиционным возобновляемым источникам энергии относят также энергию приливов, энергию ветровых волн, тепловые насосы, энергию температурных колебаний различных слоев морской воды и т. д.

Перспективным методом использования нетрадиционных источников энергии считается объединение ряда зданий в единую энергосистему в виде гелио- и ветрогелиокомплексов, а также ветроэнергоактивных комплексов, дополненных тепловыми насосами для трех сред (Селиванов,

1993). Эксплуатация подобных жилищно-энергетических комплексов позволит не только экономить невозобновляемые источники энергии, но и исключить или свести к минимуму вредное воздействие энергетики на окружающую среду.

ЛЕКЦИЯ 10. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ПРАВОВЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

1.АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ВСТУПЛЕНИЕ

Важным инструментом, используемым государством в интересах сохранения и рационального использования окружающей среды, является экологическое право, т. е. отрасль права, которая регулирует общественные отношения в сфере взаимодействия общества и природы. В связи с резким обострением экологических проблем на современном этапе роль экологического права и в целом административно-правового направления постоянно растет.

Источниками экологического права являются следующие правовые документы:

Конституция;

Законы и кодексы в области охраны природы;

Указы и распоряжения Президента по вопросам экологии и природопользования; правительственные природоохранные акты;

нормативные акты министерств и ведомств;

нормативные решения органов местного самоуправления.

Конституционные основы охраны окружающей среды закреплены в Конституции Российской Федерации, принятой 12 декабря 1993 г. Конституция РФ провозглашает право граждан на землю и другие природные ресурсы, закрепляет право каждого человека на благоприятную окружающую среду (экологическую безопасность) и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью.

Конституция РФ определяет также организационные и контрольные функции высших и местных органов власти по рациональному использованию и охране природных ресурсов, устанавливает обязанности граждан по отношению к природе, охране ее богатств.

Законы и кодексы в области охраны окружающей среды составляют природно-ресурсную и природоохранную правовую основу. В их число входят Законы о земле, недрах, охране атмосферного воздуха, об охране и использовании животного мира и др.

Систему экологического законодательства возглавляет Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ. В вопросах охраны окружающей среды нормы других законов не должны противоречить Конституции России и данному законодательному акту.

В этом главном Федеральном законе отражены следующие вопросы в области охраны окружающей среды:

общие положения (гл. I);

основы управления в области охраны окружающей среды (гл. II);

права и обязанности граждан, общественных и иных некоммерческих организаций (гл. III);

экономическое регулирование (гл. IV);

нормирование (гл. V);

оценка воздействий на окружающую среду и экологическая экспертиза (гл. VI);

требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности (гл. VII);

зоны экологического бедствия, зоны чрезвычайных ситуаций (гл. VIII);

природные объекты, находящиеся под особой охраной (гл. IX);

государственный мониторинг окружающей среды (гл. X);

контроль в области окружающей среды (экологический контроль) (гл. XI);

научные исследования (гл. XII);

основы формирования экологической культуры (гл. XIII);

ответственность за нарушение законодательства (гл. XIV);

международное сотрудничество (гл. XV);

заключительные положения (гл. XVI).

Действующий ныне Федеральный закон «Об охране окружающей среды» (2002 г.) формирует экологические требования не к природным ресурсным объектам (земля, недра, воды и т. д.), а непосредственно к предприятиям, организациям и гражданам, обязывая их принимать эффективные меры по охране природы, рациональному воспроизводству и использованию природных ресурсов, оздоровлению окружающей среды и обеспечению экологической безопасности человека.

В отличие от ранее действующего природоохранного закона (1991 г.) данным законом значительно расширяются полномочия государственной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления в сфере отношений, связанных с охраной окружающей среды. В частности, субъектам Федерации предоставлено право разрабатывать и издавать законы и иные нормативные акты в области охраны окружающей среды с учетом географических, природных, социально-экономических и иных особенностей.

Земельный кодекс РФ (2001 г.) регламентирует охрану земель и защиту окружающей среды от возможного вредного воздействия при использовании земли. Основные правовые функции охраны земель: сохранение и повышение плодородия почв, сохранение фонда сельскохозяйственных земель. Экологическими нарушениями считаются порча, загрязнение, засорение и истощение земель. Кодекс регламентирует куплю-продажу земель и совершение других земельных сделок.

Водный кодекс РФ (1995 г.) регулирует правовые отношения в области использования и охраны водных объектов, определяет порядок приобретения и прекращения прав пользователя водных объектов, устанавливает ответственность за нарушение водного законодательства. Правовые нормы направлены на рациональное использование вод, их охрану от загрязнения, засорения и истощения.

Правовые основы охраны атмосферного воздуха отражены в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (2002 г.), а также в Законе «Об охране атмосферного воздуха» (1999 г.).

Важнейшими общими мероприятиями охраны воздушного бассейна являются установление нормативов предельно допустимых вредных концентраций (ПДК) и платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ.

Федерального закона «О радиационной безопасности населения» (1995 г.) провозглашает принцип приоритета здоровья человека и сохранения природной среды при практическом использовании и эксплуатации объектов ионизирующих излучений. Правовая защита людей, вовлеченных в сферу использования ядерных и радиационных установок, радиоактивных веществ и др., гарантируется данным законом.

В случае радиационной аварии закон гарантирует возмещение ущерба здоровью и имуществу граждан, законом устанавливается также компенсация за повышенный риск, связанный с проживанием вблизи ядерных и радиационных установок, в виде улучшения социально-бытовых условий населения и др.

Закон РФ «О недрах» (1992 г.) устанавливает правовые отношения при изучении, использовании и охране недр. К числу эколого-правовых нарушений, затрагивающих недра как часть природной среды, закон, в первую очередь, относит их загрязнение.

Основы лесного законодательства (1977 г.) закрепляют требования, предъявляемые к ведению лесного хозяйства. Основные правовые нормы направлены на использование леса как природного ресурса, воспроизводство лесов, охрану и защиту лесов и т. д.

Закон РФ «О животном мире» (1995 г.). В нем содержатся эколого-правовые и административные нормы с учетом новых экономических отношений. Согласно закону к эколого­правовым нарушениям отнесены: незаконный лов рыбы, уничтожение редких и исчезающих животных и др.

Важнейшие экологические требования отражены также в Законе РФ «О санитарно­эпидемиологическом благополучии населения» (1999 г.), «Основах законодательства Российской Федерации об охране здоровья» (1993 г.), «Об отходах производства и потребления» (1998 г.) и др.

Задачей на перспективу является написание Экологического кодекса Российской Федерации, который будет представлять кодификацию всего законодательства в области охраны окружающей среды и природопользования и который смог бы регулировать не только природоохранные проблемы, но и скорректировал бы все законы, касающиеся природопользования (Грачев В. А., Кудрина И. В., 2003).

Указы и распоряжения Президента затрагивают широкий круг экологических вопросов. Примером может служить Указ от 16 декабря 1993 г. о федеральных природных ресурсах или Указ от 4 февраля 1994 г. о государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития.

Нормативные акты природоохранительных министерств и ведомств издаются по самым разнообразным вопросам рационального использования и охраны окружающей среды, в виде постановлений, инструкций, приказов и т. д. Они считаются обязательными для других министерств и ведомств, физических и юридических лиц.

Нормативные решения местных административных органов (мэрий, сельских и поселковых органов) дополняют и конкретизируют действующие нормативно-правовые акты в области охраны окружающей среды.

Государственные органы управления, контроля и надзора в области охраны окружающей среды подразделяются на две категории: органы общей и специальной компетенции.

К государственным органам общей компетенции относятся Президент, Федеральное Собрание, Государственная Дума, Правительство, представительные и исполнительные органы власти субъектов Федерации, муниципальные органы (рис. 22.1). Эти органы определяют основные направления природоохранной политики, утверждают экологические программы, обеспечивают экологическую безопасность, устанавливают правовые основы и нормы в пределах своей компетенции и т. д. Наряду с охраной окружающей среды Государственные органы этой категории ведают и другими экологическими вопросами, входящими в круг их полномочий.

Государственные органы категории специальной компетенции подразделяются на комплексные, отраслевые и функциональные.

Комплексные органы выполняют все природоохранные задачи или какой-либо их блок. До 2000 г. функции управления природопользованием и охраны окружающей среды выполняли Государственный комитет РФ по охране окружающей среды (Госкомэкология России) и Министерство природных ресурсов РФ (МПР России) и другие ведомства. Указом Президента РФ от 17 мая 2000 г. Государственный комитет РФ по охране окружающей среды был упразднен и его функции переданы Министерству природных ресурсов РФ, в структуру которого вошли Государственная служба охраны окружающей среды и Государственная служба контроля в сфере природопользования и экологической безопасности.

К комплексным органам управления относятся также:

Департамент Г оссанэпиднадзора Минздрава РФ (Санэпиднадзор РФ) — координатор деятельности всех ведомств и организаций в области санитарной охраны через систему территориальных органов (санэпидстанций и инспекций);

Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) — осуществляет экологический контроль за состоянием окружающей среды, информирует население об изменениях в окружающей среде с помощью широкой сети наблюдательных пунктов и др.;

Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайных ситуаций и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) — обеспечивает безопасность людей в условиях экстремальной ситуации, стихийных бедствий, производственных аварий и катастроф;

отраслевые органы (Роскомзем, Рослесхоз, Госкомрыболовство, Минсельхоз России) — выполняют функции управления и надзора по охране и использованию отдельных видов природных ресурсов и объектов.

Функциональные органы выполняют одну или несколько родственных функций в отношении природных объектов: Минатом России (обеспечение ядерной и радиационной безопасности); Госгортехнадзор России (контроль за использованием недр); Минздрав России (санитарно­эпидемиологический контроль); МВД России (охрана атмосферного воздуха от загрязнения транспортными средствами, санитарно-экологическая служба муниципальной милиции); Государственный таможенный контроль России (борьба с незаконным вывозом животных) и др.

**2.** ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ

Общие положения экологического законодательства России конкретизируются в государственных стандартах (ГОСТ), которые так же как постановления, инструкции и решения относятся к подзаконным правовым актам.

Стандарт (от англ. standart — норма) — нормативно-технический документ, устанавливающий комплекс норм, правил, требований, обязательных для исполнения. Генеральным стандартом для природоохранной деятельности является ГОСТ 17.0.0.01-76 «Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов», введенный в действие в 1977 г.

Система стандартов в области охраны природы (ССОП) имеет следующие подсистемы (группы):

0 — основные положения;

1 — гидросфера;

2 — атмосфера;

3 — почвы;

4 — земли;

5 — флора;

6 — фауна;

7 — недра.

По направлениям действия государственные стандарты системы охраны природы подразделяются на следующие виды: 1 — термины, классификации, определения; 2 — нормы и методы измерений загрязняющих выбросов и сбросов, интенсивность использования природных ресурсов; 3 — правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов; 4 — методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственного воздействия; 5-6 — требования к средствам контроля и защиты окружающей среды; 7 — прочие стандарты.

В полное обозначение стандарта СООП входят индекс (ГОСТ), номер системы (17), номер стандарта и год издания.

Так, например, если требуется выяснить, какие существуют нормы и методы измерения выбросов вредных веществ в отработавших газах тракторных и комбайновых двигателей, то следует обратиться к ГОСТ 17.2.2.05-86.

В данном примере 17 обозначает номер системы, 2 — номер подсистемы (группы) — атмосферу, 2 — вид стандарта — нормы и методы измерений, 05 — номер стандарта и 86 — год издания.

Одной из наиболее значительных международных природоохранных инициатив в области экологической стандартизации считается появление в нашей стране серии международных стандартов ISO 14000.

Основным предметом ISO 14000 является экологический менеджмент, т. е. система эффективного управления в организации (предприятии или компании).

На основе принятых международных стандартов ISO серии 14000 Госстандарт издал стандарты ГОСТ Р ИСО 14001-98 «Система управления окружающей средой. Требования и руководство по применению», ГОСТ Р ИСО 14040-98 «Система управления окружающей средой. Общие руководящие указания» и др.

Экологическая сертификация — процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя и потребителя организация удостоверяет в письменной форме соответствие продукции (работ, услуг) экологическим требованиям и нормативно-правовым документам.

Правовые основы экологической сертификации закреплены Законом РФ « О сертификации продукции и услуг» (1993 г.), а также государственными и принятыми в качестве национальных международными стандартами.

С помощью сертификации контролируют безопасность продукции (работ, услуг) для человека и окружающей среды, защищают потребителя от экологически «грязных» материалов, предотвращают ввоз в страну экологически опасной продукции, технологии и др. Документальным свидетельством подтверждения соответствия продукции установленным требованиям служит экологический сертификат соответствия.

В области управления качеством окружающей среды на предприятиях современным инструментом сертификации служат стандарты ГОСТ Р ИСО 14000.

Экологическая паспортизация. В соответствии с ГОСТ 17.0.0.04-90 каждое предприятие в обязательном порядке разрабатывает экологический паспорт. Цель паспортизации — прогноз экологической ситуации как на самом предприятии, так и вокруг него, а также контроль за выполнением природоохранных мероприятий.

В экологический паспорт включаются фактические данные об использовании предприятиями природных ресурсов и о воздействии его производства на окружающую среду.

Отдельно в виде справки с указанием времени, объемов и составов в экологическом паспорте должны быть приведены данные о залповых и аварийных выбросах (сливах) загрязняющих веществ.

Все виды экологических паспортов разрабатываются предприятием и утверждаются его руководителем по согласованию с территориальным природоохранным органом, где он регистрируется. При отсутствии экологического паспорта предприятие лишается права на природопользование и хозяйственную деятельность, либо подвергается крупному штрафу.

Современная экологическая ситуация в стране требует ужесточения действующих и разработки новых экологических норм и правил с закреплением их в государственных стандартах и экологических паспортах предприятий. Все более настоятельной является необходимость экологической паспортизации не только отдельных предприятий, но и всей территории города. Это позволит давать интегральную оценку экологического состояния всего города или любой территории, выявить экологически опасные участки, оценивать степень их влияния на жизнедеятельность населения.

3. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ОВОС

Правовой механизм управления природопользованием и охраной окружающей среды включает в себя и такую важную форму предупредительного экологического контроля, как экспертизу. Различают государственную, общественную и иные виды экологических экспертиз.

Под государственной экологической экспертизой понимают предварительную проверку представленных материалов специальной комиссией, назначаемой Минприроды России. Задача экспертной комиссии — оценить соответствие намечаемой хозяйственной и иной деятельности требованиям экологической безопасности.

Объектами государственной экологической экспертизы являются любые проектные и предпроектные документы, новая техника и технология, продукция, сырье и материалы, вещества, а также проекты стандартов и нормативов.

Федеральным законом «Об экологической экспертизе» (1995 г.) установлены следующие принципы государственной экологической экспертизы: обязательность ее проведения, научная обоснованность выводов, независимость и вневедомственность, широкая гласность, привлечение общественности, а главное, презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной и иной деятельности.

Государственная экологическая экспертиза, как правило, предшествует принятию хозяйственного решения. Это позволяет еще на стадии планирования и проектирования выявить допущенные ошибки, оценить их последствия и дать рекомендации по их устранению. Финансирование работ по всем проектам и программам открывается только при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы.

Кроме государственной существуют и другие виды экспертиз — общественная, научная и др., которые проводятся обычно на добровольной основе и носят рекомендательный или информационный характер.

Правовой основой экологической экспертизы служит Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995 г.), а также постановления, указы и другие природоохранные акты. Нормативной базой являются стандарты, нормы, правила и т. д., обобщенные в специальных справочниках для экспертов.

Об эффективности государственной экологической экспертизы свидетельствует тот факт, что только в 1997 г. из 55 тыс. рассмотренных материалов отклонено и отправлено на доработку около 15 тыс. (Государственный доклад.. .,1997).

Экологическая экспертиза становится одной из важных функций государственной экологической политики. Сейчас уже невозможно представить превентивное правовое регулирование хозяйственной деятельности без экологической экспертизы, нацеленной на снижение экологического риска при принятии решений. Еще более глубоким и объемным вариантом проведения экологической экспертизы в последние годы служит — оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

ОВОС проводится при разработке всех вариантов предпроектной, в том числе прединвестиционной и проектной, документации. Процедура ОВОС предшествует проведению государственной экологической экспертизы и выполняется для предварительной оценки прямого или косвенного воздействия, которое может оказать хозяйственная или иная деятельность на окружающую среду и в первую очередь на здоровье людей, экосистемы и отдельные виды растений и животных. Организует и обеспечивает ОВОС заказчик проекта, финансируя всю деятельность по оценке воздействия. Согласно Международной конвенции ОВОС в полном объеме проводится для таких объектов, как тепловые электростанции, АЭС мощностью больше 300 МВт, нефтеочистительные заводы, нефте- и газопроводы, метрополитены, крупные плотины и водохранилища и другие экологически опасные крупные объекты.

Перед началом проектирования и проведения ОВОС заказчик готовит «Уведомление о намерениях». Итогом ОВОС служит официальное «Заявление о воздействиях на окружающую среду». После прохождения процедуры ОВОС, его материалы вместе с заявлением о воздействиях на окружающую среду направляются на государственную экологическую экспертизу.

Экологический риск — это оценка на всех уровнях — от точечного до глобального, вероятности появления негативных изменений в окружающей среде, вызванных антропогенной или иной деятельностью.

Под экологическим риском понимают также вероятностную меру опасности причинения вреда окружающей среде в виде возможных потерь за определенное время.

Вред окружающей среде при различных антропогенных и стихийных воздействиях очевидно неизбежен, однако он должен быть сведен до минимума и быть экономически оправданным. Любые хозяйственные или иные решения должны приниматься с таким расчетом, чтобы не превышать пределы вредного воздействия на природную среду. Установить эти пределы очень трудно, поскольку пороги воздействия многих антропогенных и природных факторов неизвестны. Поэтому расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды.

Различают три главные составляющие экологического риска:

оценку состояния здоровья и возможного числа жертв;

оценку состояния биоты (в первую очередь фотосинтезирующих организмов) по биологическим интегральным показателям;

 оценку воздействия загрязняющих веществ, техногенных аварий и стихийных бедствий на человека и природную среду.

При оценке риска стихийных бедствий вначале собирают фактические данные о природных опасностях на изучаемой территории, далее определяют их самые опасные типы и частоту проявления, затем составляют карту (или серию карт), отражающих вероятность развития опасных процессов. Оценка риска стихийных бедствий должна включать, по В. И. Осипову (1995), расчеты возможного числа погибших и пострадавших людей, а также экономических потерь. На основе анализа природных опасностей и уязвимости среды, выполненного совместно с проектировщиками, экономистами и социологами, оценивают риск и составляют карты риска. Эти карты, где указаны территории различной степени риска, помогают эффективно решать вопросы управления риском и планирования социально-экономического развития региона (области, района, города).

Учитывают следующие правила допустимого экологического риска при антропогенных воздействиях (Петров, 1995):

неизбежность потерь в природной среде;

минимальность потерь в природной среде;

реальная возможность восстановления потерь в природной среде;

отсутствие вреда здоровью человека и необратимых изменений в природной среде;

соразмерность экологического вреда и экономического эффекта.

Любое превышение пределов допустимого экологического риска на отдельных производствах должно пресекаться по закону. С этой целью ограничивают или приостанавливают деятельность экологически опасных производств, а на стадиях принятия решений допустимый экологический риск оценивают с помощью государственной экологической экспертизы и, в случае его превышения, представленные для согласования материалы отклоняют. Фактор экологического риска существует на любых производствах, независимо от мест их расположения. Однако существуют регионы, где в сравнении с более экологически благополучными районами, во много раз превышены вероятность проявления негативных изменений в экосистемах, а также вероятность истощения природно­ресурсного потенциала и, как следствие, величины риска потери здоровья и жизни для человека. Эти регионы получили название зон повышенного экологического риска (Петров, 1995).

В пределах регионов повышенного экологического риска выделяют зоны: 1) хронического загрязнения окружающей среды; 2) повышенной экологической опасности; 3) чрезвычайной экологической ситуации и 4) экологического бедствия.

К первым двум зонам относят территории регионов, городов, районов с повышенным уровнем антропогенной нагрузки, снижением плодородия почв, дефицитом пресной воды и др.

К зонам чрезвычайной экологической ситуации относят территории, на которых в результате воздействия негативных антропогенных факторов происходят устойчивые отрицательные изменения окружающей среды, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экосистем, генофондам растений и животных.

В России к таким зонам относятся районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны Черного и Азовского морей, промзона Урала, нефтепромысловые районы западной Сибири и др.

Так, например, в районах Северного Прикаспия к старым проблемам: деградация пастбищ, низкое плодородие почв, дефицит пресной воды, интенсивная ветровая эрозия — добавились новые проблемы. В первую очередь это подтопление, прогрессирующее засоление и заболачивание земель, вызванное нагонными явлениями на расширившейся акватории Каспийского моря. Затопление и подтопление земель уже вызвало потерю 320 тыс. га сельскохозяйственных угодий (Романенко, 1996).

Зоной экологического бедствия указами Президента России или постановлениями Правительства РФ на основе государственной экологической экспертизы объявляется часть территории Российской Федерации, на которой произошли необратимые изменения окружающей среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, разрушение естественных экосистем, деградацию флоры и фауны.

4. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Под мониторингом (от лат. «монитор» — напоминающий, надзирающий) понимают систему наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды. Основной принцип мониторинга — непрерывное слежение.

Мониторинг является важнейшей частью экологического контроля, который осуществляет государство. Главная цель мониторинга — наблюдение за состоянием окружающей среды и уровнем ее загрязнения. Не менее важно своевременно оценить и последствия антропогенного воздействия на биоту, экосистемы и здоровье человека, а также эффективность природоохранных мероприятий. Но мониторинг — это не только слежение и оценка фактов, но и экспериментальное моделирование, прогноз и рекомендации по управлению состоянием окружающей среды.

По территориальному охвату различают три ступени, или блока, современного мониторинга — локальный (биоэкологический, санитарно-гигиенический), региональный (геосистемный, природно­хозяйственный) и глобальный (биосферный, фоновый). В программу биоэкологического (санитарно-гигиенического) мониторинга, проводимого на локальном уровне, входят наблюдения за изменением в различных сферах содержания загрязняющих веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными и иными неблагоприятными свойствами. Постоянным наблюдениям подвергаются следующие загрязняющие вещества, наиболее опасные для природных экосистем и человека:

в поверхностных водах — радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, бенз(а)пирен, рН, минерализация, азот, нефтепродукты, фенолы, фосфор;

в атмосферном воздухе — оксиды углерода, азота, диоксид серы, озон, пыль, аэрозоли, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор, углеводороды;

в биоте — тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор.

Тщательно исследуются и такие вредные физические воздействия, как радиация, шум, вибрация, электромагнитные поля и др.

Пункты экологических наблюдений располагаются в местах концентрации населения и районах интенсивной его деятельности с таким расчетом, чтобы они контролировали основные линии связи человека (трофические и др.) с естественными и искусственными компонентами окружающей среды. Это могут быть территории промышленно-энергетических центров, атомных электростанций, нефтепромыслов, агроэкосистем с интенсивным применением ядохимикатов и др.

В составе биоэкологического (санитарно-гигиенического) мониторинга большое внимание уделяют наблюдениям за ростом врожденных дефектов в популяциях человека и динамикой генетических последствий загрязнения биосферы, в первую очередь мутагенами. Экологическую опасность их трудно переоценить, ибо, как подчеркивают Д. П. Никитин и Ю. В. Новиков, «мутагены поражают самое драгоценное, что создано эволюцией живой материи, — генетическую программу человека, а также генофонды популяций всех видов животных, растений, бактерий и вирусов, населяющих биосферу».

На региональном (геосистемном) уровне наблюдения ведут за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем и т. д.), где имеются отличия параметров от базового фона ввиду антропогенных воздействий. Изучают трофические связи (биологические круговороты) и их нарушения, оценивают возможность использования ресурсов природных экосистем в конкретных видах деятельности, анализируют характер и количественные показатели антропогенных воздействий на окружающую среду в этих регионах. Например, ведут контроль за популяционным состоянием исчезающих видов животных в пределах какого-либо региона и т. д.

Обеспечить наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений в биосфере в целом — задача глобального мониторинга. Его называют еще фоновым, или биосферным. Объектами глобального мониторинга являются атмосфера, гидросфера, растительный и животный мир и биосфера в целом как среда жизни всего человечества.

Разработка и координация глобального мониторинга окружающей природной среды осуществляется в рамках ЮНЕП (орган ООН) и Всемирной метеорологической организации (ВМО).

Основными целями этой программы являются:

организация расширенной системы предупреждения об угрозе здоровью человека;

оценка влияния глобального загрязнения атмосферы на климат;

оценка количества и распределения загрязнений в биологических системах, особенно в пищевых цепочках;

оценка критических проблем, возникающих в результате сельскохозяйственной деятельности и землепользования;

оценка реакции наземных экосистем на воздействие окружающей среды;

оценка загрязнения океана и влияния загрязнения на морские экосистемы;

издание системы предупреждений о стихийных бедствиях в международном масштабе.

При выполнении работ по программе глобального мониторинга особое внимание уделяют

наблюдениям за состоянием природной среды из космоса. Космический мониторинг позволяет получить уникальную информацию о функционировании экосистем как на региональном, так и на глобальном уровне. В сравнении с другими видами мониторинга космический имеет ряд практически значимых преимуществ. По данным Г. И. Марчука (1990), он позволяет, в частности, оперативно получать информацию о природной среде больших территорий Земли, что особенно важно при возникновении ураганов, наводнений и других стихийных бедствий.

Чрезвычайно важным является создание системы космического мониторинга лесных пожаров для малозаселенных пространств.

В России функционирует разветвленная общегосударственная служба наблюдения на всех уровнях мониторинга — локальном, региональном и глобальном. На многочисленных станциях, стационарных постах, в химических лабораториях, на самолетах, вертолетах и космических аппаратах наблюдают за загрязнением атмосферы, вод, почв, донных отложений, околоземного пространства, организуют «слежение» за состоянием земель, минерально-сырьевых ресурсов недр, сохранностью животного и растительного мира и т. д.

Основной объем наблюдений выполняет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет России). С 1995 г. в России с целью радикального повышения эффективности службы наблюдения введена Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

К основным задачам ЕГСЭМ, в частности, относятся:

ведение специальных банков данных, характеризующих экологическую обстановку, и гармонизация их с международными эколого-информационными системами;

оценка и прогноз состояния объектов и антропогенных воздействий на них, откликов экосистем и здоровья населения на изменение состояния окружающей среды.

Задачи по программированию изменений в окружающей среде и принятию управляющих решений, т. е. решений, предотвращающих негативные изменения среды, в системе мониторинга решают с помощью математического моделирования на ЭВМ. Используется динамическая, постоянно действующая модель (ПДМ), входящая в автоматизированную информационную систему (АИС) мониторинга. Особенность ПДМ — циклическое функционирование: по мере поступления новых данных в АИС они загружаются в ПДМ и на модели «проигрывается» вариант развития моделируемой системы, затем при новых исходных данных цикл повторяется уже с учетом предыдущего варианта развития и т. д. Отсюда следует очень важное свойство ПДМ: чем дольше функционирует система мониторинга, тем полнее информация и тем ближе модель к моделируемому объекту.

Наиболее эффективным инструментом изучения и оценки комплексного воздействия техногенных и природных факторов на окружающую среду являются геоинформационные системы (ГИС). Эти системы представляют собой совокупность технических, программных и организационных средств сбора, хранения и обработки многоплановой, преимущественно региональной экологической информации, составляют основу АИС и способны обеспечить эффективный контроль, прогнозирование и управление экологической ситуацией.

5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Экологический контроль (контроль в области охраны окружающей среды) — это система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды.

Общие задачи, которые решаются в процессе экологического контроля, сформулированы в ст.

64 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (2002 г.). Основаны они на соблюдении требований, в том числе нормативов и нормативных документов в области охраны окружающей среды, а также обеспечения экологической безопасности.

Различают следующие формы экологического контроля: информационный (сбор и обобщение экологической информации), предупредительный (предотвращение наступления вредных экологических последствий) и карательный (применение мер государственного принуждения к эконарушителям).

Объектами экологического контроля являются: земля, недра, леса, животный мир, атмосферный воздух, природно-заповедный фонд, континентальный шельф, а также окружающая среда в целом.

Экологический контроль имеет надведомственный характер. Это означает, что экологические требования в законодательстве относятся к любым формам хозяйственной и иной деятельности.

В Российской Федерации осуществляется государственный, производственный, муниципальный и общественный экологический контроль. В систему экологического контроля входит также мониторинг, обеспечивающий службы контроля необходимой информацией о состоянии среды.

Государственный экологический контроль осуществляется органами общего управления (администрация Президента РФ, Правительство РФ, другие исполнительные органы государственной власти, вплоть до муниципальных и специального управления — Минприроды России, Госстрой России, Росгидромет и др.).

Государственный экологический контроль осуществляют федеральные государственные инспектора и государственные инспектора субъектов Российской Федерации.

Государственные инспектора в области охраны окружающей среды имеют широкие полномочия. В частности, согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» (2002 г.), они имеют право:

проверять соблюдение экологических требований, норм и правил при посещении любых объектов, независимо от форм собственности;

проверять выполнение требований, указанных в заключении государственной экологической экспертизы, и вносить предложения о ее проведении;

приостанавливать хозяйственную и иную деятельность юридических и физических лиц при нарушении ими законодательства в области охраны окружающей среды;

привлекать к административной ответственности лиц, допустивших нарушение законодательства в области охраны окружающей среды.

Государственные инспектора вправе осуществлять иные определенные законодательством полномочия.

В 90-х гг. органами государственного экологического контроля было обследовано 146 606 предприятий и организаций и установлено, что 24 490 из них превышали нормы выбросов загрязняющих веществ. Было зарегистрировано также 1840 случаев залповых, аварийных сбросов вредных веществ, которые повлекли миллиардные ущербы и нанесли вред здоровью человека.

За нарушение экологического законодательства привлечено к ответственности 35 509 граждан и должностных лиц. Сумма взысканных штрафов составила 847,6 млн руб.; 21 должностное лицо привлечено к уголовной ответственности (Петров, 1995).

Производственный экологический контроль осуществляется в целях обеспечения выполнения в процессе хозяйственной деятельности природоохранных мероприятий. Проводится он непосредственно на предприятии соответствующими службами самого предприятия. Соблюдение норм экологического законодательства позволяет предприятию избежать санкций государственного экологического контроля. Специфической формой производственного контроля в последнее время становится экологическое аудирование деятельности предприятия.

Экологический аудит — это независимая, комплексная проверка (ревизия) соответствия деятельности объекта (предприятия) природоохранным нормам и правилам с целью выработки рекомендаций по снижению негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Экологический аудит проводится как по инициативе самих предприятий (и тогда он фактически является одной из форм производственного экологического контроля), так и в обязательном порядке.

В состав экоаудита входят анализ бухучета предприятия по экологическим показателям, прогноз экологических рисков и ущербов, измерения различных экологических параметров аудируемого объекта и окружающей среды и на этой основе — разработка рекомендаций по обеспечению экологически безопасной деятельности.

Муниципальный экологический контроль осуществляется органами местного самоуправления на территории муниципального образования, а общественный — общественными и иными некоммерческими объединениями, а также гражданами. Результаты общественного экологического контроля подлежат обязательному рассмотрению в органах государственной власти.

6. ЮРИДИЧЕСКАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРАВОНАРУШЕНИЯ

Юридическая ответственность за экологические правонарушения является одной из форм государственного принуждения; ее задача — обеспечить реализацию экологических интересов в принудительном порядке.

Экологические правонарушения различны по своему составу, но всегда складываются в сфере природы: будь то загрязнение природной среды, незаконная порубка леса или нарушение законодательства о континентальном шельфе. Наибольшее число экологических правонарушений связано с охраной и использованием животного мира (охота и рыболовство) и с охраной атмосферного воздуха.

Общий критерий всех экологических нарушений — причинение вреда окружающей природной среде. В тех случаях, когда вред наносят не природной среде, а среде обитания человека, например, сверх нормативов загрязняют воздух в производственных помещениях, говорят о санитарных правонарушениях.

Экологические правонарушения, не относящиеся к категории общественно опасных, именуют экологическими проступками. Если же они представляют общественную опасность, посягают на экологическую безопасность общества, причиняют ощутимый вред окружающей среде и здоровью человека, их относят к категории экологических преступлений.

Согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды» (2002 г.) различают следующие виды ответственности за экологические правонарушения: дисциплинарную, административную, уголовную и имущественную.

Дисциплинарные наказания (предупреждение, выговор, строгий выговор, понижение в должности и в окладе, увольнение с работы) налагаются на должностные лица, рабочих и служащих руководителем предприятия, организации, учреждения за невыполнение ими своих производственных обязанностей, связанных с правовой охраной окружающей среды.

При этом следует учитывать два важных момента: 1) дисциплинарная ответственность может наступить лишь за нарушение экологических правил, исполнение которых входило в круг должностных обязанностей нарушителя. Так, по Б. В. Ерофееву (1992), нельзя привлекать к ответственности водителя за выпуск в эксплуатацию автомобиля, у которого содержание загрязняющих веществ превышало установленные нормы, поскольку исполнительный контроль за этот выпуск не входит в число водительских обязанностей; 2) недопустимо наказывать в дисциплинарном порядке лиц, которые нарушают экологические правила во внерабочее время.

К административной ответственности могут быть привлечены организации, предприятия, должностные лица, отдельные граждане. Административная ответственность устанавливается за противоправное действие или бездействие, нарушающее законодательство об охране окружающей среды. К их числу относятся порча, повреждение, уничтожение природных объектов, несоблюдение экологических требований при захоронении вредных веществ и т. д.

Наиболее распространенная мера административного взыскания — денежный штраф, кроме того, применяются предупреждения, общественное порицание, изъятие орудий и средств совершения правонарушения, конфискация незаконно добытой продукции и т. д.

Мера административной ответственности определяется специально уполномоченными на то органами Минприроды России и др.

За экологические правонарушения, которые отличаются наивысшей степенью общественной опасности и тяжелыми последствиями, предусмотрена уголовная ответственность (лишение свободы, конфискация имущества, крупный штраф и т. п.). Применение мер этого вида ответственности за экологические преступления определяется Уголовным кодексом, вступившим в действие с 1 января 1997 г. Единственным основанием назначения уголовного наказания является приговор суда.

К тяжелым экологическим преступлениям относится, например, умышленное уничтожение или

повреждение лесных массивов путем поджога. Менее тяжкими преступлениями считаются загрязнение водоемов и атмосферного воздуха, незаконная порубка леса, незаконная охота и некоторые другие.

Все предприятия и граждане, причинившие вред окружающей среде, здоровью и имуществу других граждан, обязаны возместить его в полном объеме. Должностные лица, по вине которых предприятие понесло расходы по возмещению вреда, несут материальную ответственность.

ЛЕКЦИЯ 11. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1. МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Одним из направлений, по которому Россия должна выходить из экологического кризиса, является развитие и совершенствование экономического природоохранного механизма.

До недавнего времени в нашей стране отсутствовали эффективные экономические рычаги, способствующие сохранению и рациональному использованию окружающей среды. Ныне в России создан и функционирует экономический механизм охраны окружающей среды, ориентированный на рыночную экономику, а точнее соответствующий критериям переходного периода к ней. Его главная особенность — ориентация не на плановое централизованное финансирование из государственного бюджета, а в основном на экономические методы регулирования. Делать выводы о высокой эффективности нового экономического механизма охраны окружающей среды и природопользования преждевременно, он требует дальнейшего развития и совершенствования.

Новая структура экономического механизма сочетает как ранее действующие нормы (природо- ресурсовые кадастры, материально-техническое обеспечение и др.), так и новые экономические стимулы (плата за негативное воздействие на окружающую среду, экологическое страхование и др.). В качестве обязательных элементов предусматривается включение экологических требований в процедуру оценки принимаемых хозяйственных решений.

Согласно Федеральному природоохранному закону (2002 г.) к основным методам экономического регулирования государственных и рыночных отношений в области охраны окружающей среды, в частности, относятся:

установление платы за негативное воздействие на окружающую среду;

установление лимитов на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов, а также лимитов на размещение отходов и на другие виды негативного воздействия на окружающую среду;

проведение экономической оценки воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду;

предоставление налоговых, кредитных и иных льгот при внедрении малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, осуществлении других эффективных мер по охране окружающей среды;

возмещение вреда, причиненного окружающей среде и здоровью человека.

По мнению ученых, главная специфическая особенность нового экономического механизма — сделать охрану окружающей среды составной частью производственно-коммерческой деятельности, чтобы хозяйственник, предприниматель был заинтересован в охране окружающей среды не меньше, чем он заинтересован в выпуске конкурентоспособной продукции.

2. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЧЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ

Экономические, экологические и некоторые другие показатели природных ресурсов обычно обобщают в виде кадастров.

Кадастр (франц. cadastre) — систематизированный свод сведений, количественно и качественно характеризующих определенный вид природных ресурсов или явлений, в ряде случаев с их социально-экономической оценкой.

Кадастры составляют специально уполномоченные органы Госкомэкологии России для комплексного учета природных ресурсов на территориях республик, краев и областей, рационального их использования, для дифференциации платы за ресурсы и т. д.

Различают земельный, водный, лесной кадастр, недр, животного мира, медико-биологический, промысловый и другие виды кадастров.

Земельный кадастр включает данные регистрации землепользователей (собственники, пользователи, арендаторы), учета количества и качества земель, бонтировки (качественной оценки земель).

Водный кадастр — это свод систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях. Он включает три раздела: 1) поверхностные воды; 2) подземные воды; 3) использование вод. Источником сведений для составления и пополнения водного кадастра служит сеть наблюдательных гидрологических постов и режимных станций. Полученные данные обрабатывают с помощью специальной автоматизированной информационной системы и доводят до потребителя.

Лесной кадастр — свод данных о лесах, степени их вовлечения в эксплуатацию, качественном составе, запасах древесины, ежегодного ее прироста и т. д. С помощью кадастра оценивают эколого­экономическое значение лесов, решают вопросы охраны лесных ресурсов, другие практические вопросы (выбор лесосырьевых баз и др.).

Аналогичные или близкие к ним функции выполняют кадастры и других природных ресурсов. К числу кадастров природных ресурсов с некоторой долей условности относят и Красную книгу редких исчезающих животных и растений.

В последнее время в связи с обострением экологической ситуации возникла необходимость учета размещения отходов по составу и степени токсичности, а также регистрации загрязнителей окружающей среды. Объектом регистрации служат все опасные и потенциально опасные вещества, независимо от их происхождения, производимые как на территории России, так и ввозимые из-за рубежа.

3. ЛИЦЕНЗИИ, ДОГОВОРА И ЛИМИТЫ НА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Порядок пользования природной средой и природными ресурсами основывается на принципах охраны природной среды и неистощимости использования природных ресурсов, создания нормальных экологических и экономических условий для ныне живущих и будущих поколений, обеспечения приоритетных направлений природопользования, учета и контроля за окружающей средой (Постатейный комментарий к Закону России, 1993). Эффективными средствами охраны окружающей среды и рационального природопользования служат такие экономические рычаги, как лицензии, договора и лимиты.

Лицензия (разрешение) на комплексное природопользование — документ, удостоверяющий право его владельца на использование в фиксированный период времени природного ресурса (земель, вод, недр и др.), а также на размещение отходов, выбросы и сбросы.

В лицензию на комплексное природопользование включают:

перечень используемых природных ресурсов, лимиты и нормативы их расхода и изъятия;

нормативные платы на охрану и воспроизводство природных ресурсов;

перечень, нормативы и лимиты выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и размещение отходов;

нормативы платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и размещение отходов;

экологические требования и ограничения, при которых допускается хозяйственная или иная деятельность.

Лицензия на комплексное природопользование выдается органами Минприроды России сроком на один год, но в ряде случаев право пользования ею может быть досрочно прекращено, если возникает угроза экологической безопасности населения.

Лицензия имеет существенное значение не только как средство защиты окружающей среды, но и как один из способов регулирования природопользования.

Принципы неистощимости природных ресурсов и охраны природной среды могут быть соблюдены лишь при комплексном природоиспользовании, т. е. в тех случаях, когда использование одного ресурса не оказывает вредного воздействия на другие ресурсы. Поэтому, получив лицензию и пройдя соответствующую экспертизу на предполагаемую деятельность, природопользователь должен заключить договор о комплексном природопользовании.

Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» договор о комплексном природопользовании предусматривает условия и порядок использования природных ресурсов, права и обязанности природопользователя, размеры платежей за пользование природными ресурсами, ответственность сторон и возмещение вреда.

Составной частью экономического механизма охраны окружающей среды является также лимитирование природопользования.

Лимиты на природопользование — предельные объемы природных ресурсов, выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, размещения отходов производства, которые устанавливаются для предприятий-природопользователей на определенный срок.

Так, например, устанавливают лимиты потребления вод промышленного использования, нормы отвода земель для автомобильных дорог, лимиты по отлову животных, расчетную лесосеку и т. д.

За сверхнормативное потребление природных ресурсов предусматривается дополнительная плата. Таким образом, лимиты как система экологических ограничений экономическим путем побуждают природопользователя к бережному отношению к природной среде, сокращению отходов, уменьшению выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, переходу к малоотходным и ресурсосберегающим технологиям.

Поэтому понятно, что лимиты, а также лицензии и договора на комплексное природопользование выполняют не только экономические, но и природоохранные функции.

4. НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРИРОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Финансирование затрат на восстановление и охрану окружающей среды осуществляется за счет бюджетных и внебюджетных средств.

Г осударственное (бюджетное) финансирование направлено главным образом на выполнение целевых программ, ликвидацию последствий техногенных катастроф и стихийных бедствий, строительство крупных природоохранных сооружений. Доходная часть госбюджета (регионального и местного уровней) пополняется за счет платежей и отчислений за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды.

Внебюджетное финансирование, т. е. финансирование за счет средств из внебюджетных источников — собственных средств природопользователей, различных фондов экологического страхования и др. — в условиях рыночной экономики выходит на первое место.

Финансирование за счет собственных средств природопользователей, исходя из принципа «загрязнитель платит», является основным. Согласно Федеральному закону «Об охране окружающей среды» (2002 г.) природопользователь обязан принимать не только все меры по предотвращению вредного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, но и за собственный счет компенсировать причиненный экологический ущерб в полном объеме.

Платность природных ресурсов — важнейший элемент нового механизма финансирования, ориентированного на рыночные реформы. К числу других существенных экономических стимулов следует отнести экологические фонды и экологическое страхование.

Плата за использование природных ресурсов. Прежним законом РСФСР «Об охране окружающей природной среды» (1991 г.) предусматривалась плата не только за загрязнение окружающей природной среды, но и за использование природных ресурсов. Согласно ст. 20 этого Закона плата за природные ресурсы (земля, вода, леса и др.) взималась: а) в пределах установленных лимитов; б) за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов; в) на их воспроизводство и охрану. Сейчас эти положения пересматриваются, однако принцип платности за использование природных ресурсов, безусловно, сохраняется.

Формы платежей за природные ресурсы в зависимости от их вида и назначения могут быть различными. Например, за пользование лесными ресурсами плату взимают в виде лесных податей (налога) и арендной платы, за пользование водными объектами — в виде регулярных платежей в течение срока водопользования, за пользование землей — в виде земельного налога, арендной платы. Поступающие платежи перечисляют в местный бюджет (города или района), в фонды воспроизводства и охраны природных ресурсов.

Платность природных ресурсов, несомненно, повышает материальную заинтересованность природопользователя в сохранении ресурсов и их рациональном использовании.

Негативное воздействие на окружающую среду является платным.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду. К видам негативного воздействия на окружающую среду относятся:

выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ;

сбросы загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади;

загрязнение недр, почв;

размещение отходов производства и потребления;

загрязнение шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий;

иные виды негативного воздействия на окружающую среду (ст. 16 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (2002 г.).

Законом предусмотрена плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ и микроорганизмов, размещение отходов и т. д. как в пределах, так и сверх установленных лимитов. В первом случае платежи производятся за счет себестоимости продукции предприятия, во втором — за счет прибыли, которая получена предприятием-загрязнителем.

В случае убыточности предприятия-загрязнителя платежи производятся за счет всех имеющихся у него средств, на которые может быть обращено взыскание. Территориальные органы Минприроды России и органы Санэпиднадзора вправе приостановить (или прекратить) деятельность таких предприятий, для которых размер платежей превышает прибыль, оставляемую в их распоряжении.

Поскольку платежи взимаются за счет себестоимости продукции или прибыли, они должны стимулировать предприятие-загрязнитель к сокращению выбросов (сбросов) загрязняющих веществ и отходов. Именно в этом многие ученые видят главный ключ экологизации хозяйственной деятельности, пользуясь которым, можно сделать охрану окружающей среды экономически выгодным делом.

Вместе с тем, по мнению Г. С. Голицына, А. Ю. Ретеюма и др. (1995), трехлетний опыт применения системы платежей за загрязнение в России показал, что плата, реализующая налоговый принцип не выполняет автоматически стимулирующих функций. Ученые предлагают параллельно с ее внедрением создавать институциональную среду, где плата выступит важным эффективным элементом процесса принятия решения. Только тогда, как считают Г. С. Голицын, А. Ю. Ретеюм и др., реализация принципа «загрязнитель платит» послужит основой для внедрения другого классического принципа рыночного хозяйства «желания платить».

Экологические фонды. Для реализации различных природоохранных задач: восстановления потерь в природной среде, компенсации вреда здоровью граждан, строительства очистных сооружений, материального обеспечения эколого-просветительного направления и т. д. была создана единая система внебюджетных государственных экологических фондов. Фонды функционировали за счет отчислений с предприятий в виде платы за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства и других источников. Большая часть средств экологических фондов направлялась на реализацию природоохранных мероприятий.

Экологические фонды способствовали также развитию таких прогрессивных механизмов финансирования природоохранной деятельности, как:

вложение средств в формирование начального капитала предприятий, создаваемых для производства продукции природоохранного назначения;

выдачу гарантий коммерческим банкам по ссудам и кредитам предприятиям на реализацию

природоохранных проектов.

Таким образом, в современных условиях экологические фонды являлись важным элементом поддержки инвестиций в охрану окружающей среды. Тем не менее в бюджете 2001 г. Федеральный экологический фонд Российской Федерации был упразднен. Возникла необходимость создания новой структуры, способной координировать инвестиционную деятельность в области охраны окружающей среды.

Экологическое страхование. Федеральным законом «Об охране окружающей среды» (2002 г.) предусмотрен ввод добровольного и обязательного государственного страхования предприятий, организаций, а также граждан, объектов и собственности, и доходов на случай экологического бедствия, аварий и катастроф.

Важно отметить, что страхование рисков в сфере охраны окружающей среды необходимо не только как предупредительная мера в сфере обеспечения экологической безопасности, но и как система привлечения негосударственных инвестиций в охрану окружающей среды.

Обязательное экологическое страхование предусмотрено для особо опасных видов производственной деятельности, например, для атомной энергетики, деятельности, связанной с использованием горючих, взрывчатых, токсичных материалов, с производством работ в подземных условиях и др. Лицензия на осуществление такой деятельности выдается только после заключения договора страхования экологических рисков. Стороны (страхователь и страховщик) определяют свои права и обязанности, порядок выплаты страховых взносов и страхового возмещения. В последнее время при заключении договоров со страховыми компаниями обязательным условием становится экологическое аудирование объекта.

Страхователь (например, предприятие атомной индустрии или строительная организация) обязан в кратчайшие сроки сообщить страховщику (страховой компании) о наступлении страхового события, т. е. внезапного непредвиденного нанесения ущерба в результате стихийного бедствия, техногенной аварии и проявления иных экологических рисков.

Именно внезапность страхового события и непреднамеренность умысла со стороны предприятия-загрязнителя дает основание для выдачи страхового вознаграждения страхователю.

Добровольное экологическое страхование может заключаться любыми юридическими и физическими лицами, чья деятельность связана с опасностью причинения вреда окружающей среде. При его подписании руководствуются «Типовыми положениями о порядке добровольного экологического страхования» (1992).

Характерной чертой договора о добровольном экологическом страховании является взаимная заинтересованность страховщика и страхователя в снижении риска причинения вреда.

Одним из эффективных способов решения проблем охраны окружающей среды является экономическое стимулирование природоохранной деятельности.

Государство оказывает поддержку любой предпринимательской деятельности, которая осуществляется в целях охраны окружающей среды или приводит к выпуску экологически чистой продукции. Одной из мер экономического стимулирования является установление налоговых и иных льгот предприятиям и организациям, обеспечивающим в своей работе природоохранный эффект.

С другой стороны, экономическое стимулирование предполагает установление специального налога на экологически вредную продукцию, выпускаемую предприятием или организацией.

Меры экономического стимулирования охраны окружающей среды предусматривают в частности:

установление налоговых и иных льгот при внедрении малоотходных и безотходных технологий, использовании вторичных ресурсов, строительстве очистных сооружений и др.;

применение поощрительных цен и надбавок на экологически чистую продукцию;

введение специального налогообложения экологически вредной продукции и технологий;

применение льготного кредитования предприятий и организаций, эффективно осуществляющих природоохранные мероприятия.

Территориальные органы Минприроды России могут корректировать размеры платежей конкретных природопользователей с учетом освоения ими средств на выполнение тех или иных природоохранных мероприятий.

Согласно п. 4 ст. 6 Закона «О налоге на прибыль предприятий и организаций» в первые два года работы не уплачивают налог на прибыль малые предприятия, осуществляющие строительство объектов природоохранного назначения. Не подлежит налогообложению прибыль предприятий, находящихся в регионах, пострадавших от радиоактивного загрязнения вследствие Чернобыльской и других радиационных катастроф.

Экономический механизм природопользования в переходный период к рыночной экономике нуждается в постоянном совершенствовании. По А. Голубу (1991), в условиях перехода к рынку комплекс экономических мер по отношению к окружающей природной среде должен носить поэтапный характер. Всего предусматривается четыре этапа.

На первом этапе — подготовка к введению платежей за выбросы и платы за природные ресурсы; пересмотр нормативов временно согласованных выбросов; решение вопроса о возобновлении деятельности предприятий, закрытых на основании экспресс-эколого-экономической экспертизы; освоение выпуска новой природоохранной техники; создание основы службы экологического мониторинга.

Очевидно, что первый этап, в основном, преодолен.

На втором этапе — совершенствование платежного режима природопользования; формирование рынка экологических услуг; определение приоритетных проблем с точки зрения долгосрочного развития приватизации части природно-ресурсного потенциала; реформа механизма ценообразования на природное сырье; усиление службы государственной экологической экспертизы; развитие системы экономического стимулирования в сфере охраны окружающей среды.

На третьем этапе — формирование рынка природоохранного оборудования и экологических технологий и на четвертом (заключительном) этапе — начало реализации долгосрочной эколого­экономической стратегии.

5. ПОНЯТИЕ О КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО ЭКОЛОГО­ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Концепция устойчивого развития вошла в природоохранный лексикон после Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992).

По первоначальному определению, устойчивое развитие формулировалось как «модель движения вперед, при котором достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения без лишения такой возможности будущих поколений. В широком смысле стратегия устойчивого развития направлена на достижение гармонии между людьми (друг с другом) и между Обществом и Природой» (Коптюг, 1992).

В рамках Глобального экологического форума в Рио-де-Жанейро (1992) были сформулированы следующие основные принципы о неразрывности эколого-экономических связей:

экономическое развитие в отрыве от экологии ведет к превращению планеты в пустыню;

упор на экологию без экономического развития закрепляет нищету и несправедливость.

Особо подчеркивалось, что понятие устойчивого развития общества подразумевает обеспечение

возможности удовлетворения потребностей людей без угрозы возможности удовлетворить таковые для будущих поколений.

«Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» была утверждена Указом Президента от 1 апреля 1996 г. В 1997 г. на заседании правительства одобрена «Государственная стратегия устойчивого развития Российской Федерации».

В этих документах отмечается, что, следуя рекомендациям и принципам, изложенным в резолюциях Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992), и руководствуясь ими, представляется необходимым и возможным осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающему сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущего поколения людей.

Решение этих задач возможно лишь в рамках такого экономического развития страны, при котором не будет происходить разрушения естественного биотического механизма регуляции окружающей природной среды, а улучшение качества жизни людей будет обеспечиваться в пределах допустимой хозяйственной емкости биосферы.

Исходя из этих принципиальных положений основными направлениями перехода России к устойчивому развитию были приняты следующие:

создание правовой основы перехода к устойчивому развитию, включая совершенствование действующего законодательства;

разработка системы стимулирования хозяйственной деятельности и установление пределов ответственности за ее экономические результаты, при которых биосфера воспринимается уже не только как поставщик ресурсов, а как фундамент жизни, сохранение которого должно быть непременным условием;

оценка хозяйственной емкости локальных и региональных экосистем страны, определение допустимого антропогенного воздействия на них;

формирование эффективной системы организации устойчивого развития и создания соответствующей системы воспитания и обучения.

Переход нашей страны к устойчивому развитию — это весьма длительный процесс, который потребует решения огромных по масштабу эколого-экономических и социальных задач, поэтому он будет осуществляться поэтапно. Основные вехи на этом пути: решение сложнейших социальных и экономических проблем оздоровления окружающей среды, в первую очередь в зонах экологического бедствия; существенная экологизация всего процесса экономического развития; гармонизация взаимодействия с природой всего мирового сообщества и др.

Особо следует отметить, что переход к устойчивому развитию потребует безусловного искоренения стереотипов мышления, пренебрегающих возможностями биосферы и порождающих безответственное отношение к обеспечению экологической безопасности. Как считают многие ведущие ученые и специалисты, именно движение человечества к устойчивому развитию, в конечном счете, должно привести к формированию предсказанной В. И. Вернадским сферы разума (ноосферы), к достижению гармоний между Обществом и Природой.

ЛЕКЦИЯ 12. ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ

1. АНТРОПОЦЕНТРИЗМ И ЭКОЦЕНТРИЗМ. ФОРМИРОВАНИЕ НОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ

Одно из направлений, по которому Россия должна выходить из экологического кризиса, — эколого-просветительное. Смысл этого направления заключается в развитии экологического образования, просвещения и воспитания для решения главной задачи — перестройки общественного экологического сознания.

Общественно-экологическое сознание существовало всегда, на всех этапах исторического развития человечества, объективно отражая существующие на данный момент представления о взаимоотношениях человека и природы. Именно сложившийся тип экологического сознания, как считают ученые-психологи, определял поведение людей при их взаимодействии с миром природы.

Объективные реалии свидетельствуют о том, что в настоящее время практически во всех сферах экономической и культурной деятельности человека в его сознании прочно утвердилось представление о «человеческой исключительности» и освобожденности его от подчинения экологическим закономерностям. Поведение людей по отношению к окружающей среде, основанное на парадигме «человеческой исключительности», по мнению многих исследователей, и есть одна из главных причин экологического кризиса на нашей планете.

«Проблема состоит не столько в нашем воздействии на окружающую среду, — подчеркивает Э. Гор (1993), — сколько в наших взаимоотношениях с нею... действительное решение будет найдено в переосмысливании и, в конечном счете, — «исцелении» взаимоотношений между цивилизацией и Землей. ключевые изменения будут связаны с выработкой нового мышления относительно этих взаимоотношений».

Широко распространенный тип экологического сознания, базирующийся на представлениях о «человеческой исключительности», получил название антропоцентрического. Основные особенности антропоцентризма следующие (Дерябо, Ясвин,1996):

Высшую ценность представляет человек. Лишь он самоценен, все остальное в природе ценно лишь постольку, поскольку оно может быть полезно человеку. Природа объявляется собственностью человечества.

Иерархическая картина мира. На вершине пирамиды стоит человек, несколько ниже — вещи, созданные человеком и для человека, еще ниже располагаются различные объекты природы.

Целью взаимодействия с природой является удовлетворение тех или иных прагматических потребностей, т. е. получение определенного «полезного продукта». Сущность его выражается словом «использование».

Характер взаимодействия с природой определяется своего рода «прагматическим императивом»: правильно и разрешено то, что полезно человеку и человечеству.

Этические нормы и правила действуют только в мире людей и не распространяются на взаимодействие с миром природы.

Дальнейшее развитие природы мыслится как процесс, который должен быть подчинен процессу развития человека.

Было бы ошибочным полагать, что история развития общественного экологического сознания — это история безраздельного господства антропоцентризма, когда человек противопоставляет себя природе и взаимоотношения с ней строит только на основе абсолютного прагматизма.

Действительно, в начальную эпоху бурного роста промышленности широкое распространение в научных кругах имели теории, которые объективно способствовали намечавшемуся разрыву человека с природой, неправильно истолковывали ход эволюционного развития биосферы. Среди этих представлений можно отметить настойчивые призывы сделаться властелинами природы, главенствовать над ней, различные теории, по существу отрицавшие реальность угрозы экологического кризиса. В разное время эти и близкие к ним взгляды высказывали Г. Гегель, Б. Спиноза, Ф. Ницше, Р. Декарт и другие ученые.

Вместе с тем существовали и принципиально иные представления, согласно которым человек и природа едины и неотделимы друг от друга, а, следовательно, противопоставлять их друг другу в корне неверно и бессмысленно.

Крупные шаги в этом направлении были сделаны на рубеже XIX и XX вв. Так, значительным вкладом в развитие взглядов о взаимодействии человека и природы явились положения, высказанные К. Марксом и Ф. Энгельсом в трудах «Капитал», «Диалектика природы» и др.

С позиции диалектического материализма в этих работах подчеркивалось, что человек не в состоянии отменить или изменить законы природы — они объективны и действуют помимо его воли. Человек не может господствовать над природой, он принадлежит ей и находится внутри нее. Господство человека над природой есть не что иное, как деятельность, основанная на использовании ее законов. К. Маркс писал: «Человеческие проекты, не считающиеся с великими законами природы, приносят только несчастье».

Американские исследователи Пауэлл и Фернау были первыми, кто разработал учение о необходимости консервации природных ресурсов для будущих поколений и о справедливом их распределении. Прагматический сиюминутный подход к природопользованию они заменили лозунгом: «Максимум природных благ для большего числа людей на более длительный период».

Необходимость новых моральных принципов взаимодействия человека и природы, основанных на признании цивилизации восстанавливающей, а не эксплуатирующей, была обоснована во второй половине XIX в. русскими учеными Н. Ф. Федоровым, В. С. Соловьевым, Н. А. Бердяевым, И. В. Киревским и другими. Главная идея их религиозно-философских воззрений — Человек и все, что его окружает — это частицы единого, Космоса — отсюда это течение получило название русского космизма.

На глубоком научном уровне четкое обоснование единства человека и биосферы и неизбежность ее эволюционного превращения в сферу разума — ноосферу было сделано В. И. Вернадским, одним из величайших мыслителей ХХ в.

Почему в науке возникло понятие «ноосфера»? На современных этапах развития биосферы человеческая деятельность становилась все более главенствующим фактором. Оказалось, что по мере роста производительных сил темпы социально-экономического развития человечества все более опережали темпы природного эволюционного развития, а масштабы воздействия человека на природу стали превосходить все известные геологические процессы. Неразумно расширяя границы своей экологической ниши, которую он занимал в биосфере, как ее естественный элемент, человек в процессе производлственной деятельности, все в большей степени изменял многие параметры биосферы. В результате в современный период в биосфере нарушаются установившиеся скорости естественных биохимических циклов, меняется климат, ухудшается структура и состав генофонда, снижается мощность озонового слоя и т. д. В конечном итоге эти глобальные изменения могут оказаться роковыми для человека, и он попросту может лишиться места в биосфере. «По-видимому, впервые за многие тысячи лет человек вошел в крупный конфликт с биосферой» (Виноградов А. П., 1973).

Единственный выход из этого положения, как считал В. И. Вернадский, — создание ноосферы. Ноосфера — это новый этап в истории биосферы, когда определяющая роль ее развития перейдет от стихийного течения природных процессов и антропогенного воздействия на природу к гармоничному развитию природы и общества. Развитие человека и биосферы пойдет в неразрывной связи по единственному правильному пути — коэволюции, на котором не будет ни победителей, ни господства одной из сторон. Под коэволюцией следует понимать такое совместное развитие человеческого общества и биосферы, которое не выводит параметры биосферы из гомеостаза и обеспечивает ее устойчивое развитие.

«Геологически мы переживаем сейчас выделение в биосфере царства разума, меняющего коренным образом и ее облик и ее строение — ноосферы», — писал В. И. Вернадский. Конечно, само

по себе появление разума в голове человека еще не означает разумность и общественную полезную значимость его действий. По меткому выражению К. Маркса, «разум существовал всегда, только не всегда в разумной форме».

По утверждению В. И. Вернадского, в сфере разума — ноосфере — должна господствовать гуманистическая мысль, а это предполагает прежде всего гуманизацию социальных отношений, разумное отношение к природе, бережное отношение к ее ресурсам. К природе нельзя относиться потребительски, это не в интересах мыслящего человека.

Промежуточным этапом на пути формирования нового экологического сознания следует считать и такие известные философские течения, как «универсальная этика» (А. Швейцер, М. Ганди и др.) и биоцентризм. В их основе — «благоговение перед жизнью», равенство в своей самоценности всех живых существ, признание совершенства и духовности Природы, отказ от прагматического подхода в отношении к ней и др.

Выдающийся мыслитель-гуманист А. Швейцер (1865-1965) отмечал, что: «Благодаря власти, которую мы приобрели над силами природы, мы освобождаемся от нее и ставим ее себе на службу.

Но одновременно мы отрываемся от природы...» и далее «только этика благоговения перед жизнью совершенна во всех отношениях». По мнению А. Швейцера, недостатком всех существующих этических систем является полное исключение из них любых существ, отличных от человека.

Вся сложная и противоречивая история развития мировоззренческих представлений о взаимодействии природы и общества (консервационизм, русский космизм, учение о ноосфере, универсальная этика и биоцентризм) свидетельствует о движении человечества к новому типу экологического сознания — экоцентризму, к пониманию необходимости коэволюции человека и биосферы.

Экоцентризм характеризуется следующими основными особенностями (Дерябо, Ясвин, 1996):

Высшую ценность представляет гармоничное развитие человека и природы. Человек не собственник природы, а один из членов природного сообщества.

Отказ от иерархической картины мира.

Целью взаимодействия с природой является максимальное удовлетворение как потребностей человека, так и потребностей всего природного сообщества.

Характер взаимодействия с природой определяется своего рода «экологическим императивом»: правильно и разрешено только то, что не нарушает существующее в природе экологическое равновесие.

Этические нормы и правила равным образом распространяются как на взаимодействие между людьми, так и на взаимодействие с миром природы.

Развитие природы и человека мыслится как процесс коэволюции, взаимовыгодного единства.

В последние годы в нашей стране и за рубежом начал разрабатываться свод основных

экологических положений и принципов, который, по мнению их авторов, должен соблюдаться на всех уровнях жизни человека — от индивидуальной до общечеловеческой. Среди них значительный интерес представляют основные положения «биосферной этики», разработанные с позиций экоцентризма российским ученым Ф. Я. Шипуновым (1990):

Прежде всего, что не должно делать — много или мало — выбрасывать в биосферу отравляющие вещества — ядохимикаты, фреоны, полихлорбифенилы и весь им подобный арсенал искусственного химического мира, который никогда не существовал в окружающей среде. Потому что всякое из этих веществ, взаимодействуя с природными, порождает в биосфере десятки и сотни других, так называемых парагенетических веществ («пара» — рядом, около), многие из которых становятся более ядовитыми, чем исходные.

... Следует воспроизводить. естественные вещества и материалы, которые обычны в биосфере и разлагаются микроорганизмами, т. е. естественным путем.

Не должно повышать радиационный уровень биосферы, выбрасывая в нее искусственные радиоактивные изотопы от атомной энергетики и промышленности.

Не должно к тому же добавлять в собственную среду новые электромагнитные поля, так как они не исчезают бесследно и сказываются на каждом живом существе.

Не следует растрачивать «основной капитал» энергии биосферы и ее окружения, потому что в них нет ни одной калории лишней энергии, которая могла быть использована даром и без последствий.

Нельзя уничтожать и разрушать виды твердых, газовых и жидких минералов, виды растений и животных, потому что они есть не только продукт физико-химического и биологического равновесия, но и носители этого равновесия, определяющие организованность биосферы. Их нужно рассматривать и оберегать как драгоценное наше состояние, как продукт длительного планетно­космического процесса.

Не следует тем более уничтожать и разрушать любые подразделения биосферы — луга, леса, болота, реки, озера, эстуарии, заливы, моря и т. п. ... где сложным образом взаимосвязаны и взаимодействуют разные виды живой и неживой природы.

Не должно создавать организованность биосферы техническими средствами. потому что это есть отказ от более совершенной организованности природы в пользу менее совершенной, это есть перевод биосферы на более низкую качественную ступень.

В самой простой форме принципы биосферной этики (по Ф. Я. Шипунову) таковы: уважение ко всему живому (и, в частности, к человеку), уважение к природе, т. е. биосфере и ее окружению, и уважение к космосу.

Становление ноосферы и нового экологического сознания будет длительным, «противоречивым и мучительным и потребует новых принципов нравственности, среди которых решающее значение будет иметь переход от принципа количественного роста, беспредельного, примитивного накопления материальных богатств за счет разрушения биосферы Земли к принципу возвышения разума и духа при сдержанном, лишь необходимом материальном достатке» (Войткевич, Вронский, 1996).

2. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ВОСПИТАНИЕ И КУЛЬТУРА

Экологическое образование — целенаправленно организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс овладения экологическими знаниями, умениями и навыками. Указом Президента РФ «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (1997) в качестве одного из важнейших направлений государственной политики в области экологии намечено развитие экологического образования и воспитания. Постановлением правительства создан Межведомственный совет по экологическому образованию. Государственная Дума в первом чтении приняла Федеральный закон «О государственной политике в области экологического образования».

Вместе с социально-гуманитарным образованием экологическое образование в современных условиях призвано способствовать формированию у людей нового экологического сознания, помогать им в усвоении таких ценностей, профессиональных знаний и навыков, которые содействовали бы выходу России из экологического кризиса и движению общества по пути устойчивого развития.

Действующая в настоящее время в стране система экологического образования носит непрерывный, комплексный, междисциплинарный и интегрированный характер, с дифференциацией в зависимости от профессиональной ориентации. Созданы центры по экологическому образованию населения, апробируется экологическая компонента содержания профессионального образования. Специалисты экологического профиля готовятся сегодня более чем в 40 университетах и академиях и 30 педвузах России. Состоялся первый выпуск бакалавров первого в России негосударственного высшего учебного заведения экологического профиля — Международного независимого эколого­политологического университета (МНЭПУ). Одним из важнейших направлений своей деятельности МНЭПУ считает содействие «становлению новой этики, необходимой для пересмотра взаимоотношений человека и «биосферы».

Координация усилий различных стран в сфере экологического образования осуществляется Организацией Объединенных Наций по культуре, науке и образованию (ЮНЕСКО). Ее генеральный директор Ф. Майор считает необходимым постановку Глобального экологического воспитания в центр всех учебных программ, начиная с дошкольных организаций и кончая вузами и системами переподготовки кадров. По его представлениям: «наше выживание, защита окружающей среды могут оказаться лишь абстрактными понятиями, если мы не внушим каждому... простую и убедительную мысль: люди — это часть природы, мы должны любить наши деревья и реки, пашни и леса, как мы любим саму жизнь» (1990).

Экологическое воспитание призвано формировать активную природоохранную позицию. Экологическое воспитание, по Н. Ф. Реймерсу (1992), достигается с помощью комплекса природоохранного и экологического обучения, включающего воспитание в узком смысле слова, школьное и вузовское экологическое просвещение, пропаганду экологического мировоззрения.

Основные цели экологического воспитания в современных условиях, провозглашенные в многочисленных манифестах, кодексах, сводах и т. д., могут быть сведены к следующим постулатам, которые должны быть осознаны, понятны и признаны:

всякая жизнь самоценна, уникальна и неповторима; человек ответственен за все живое;

Природа была и всегда будет сильнее человека. Она вечна и бесконечна. Основой взаимоотношения с Природой должна стать взаимопомощь, а не противоборство;

чем более разнообразна биосфера, тем она устойчивее;

призрак экологического кризиса стал грозной явью; человек оказывает на природную среду недопустимое по масштабам дестабилизирующее воздействие;

если все оставить так, как есть (или слегка модернизировать), то «уже скоро — спустя всего лишь 20-50 лет, Земля ответит одуревшему человечеству неотразимым ударом на уничтожение»;

сложившийся в массовом сознании в течение многих лет антропоцентрический тип сознания должен быть вытеснен новым видением мира — экоцентрическим;

люди должны быть правильно ориентированы и готовы к радикальному изменению системы ценностей и поведения, а именно к отказу от перепотребления (для развитых стран), от установки на многодетную семью (для развивающихся стран) и от экологической безответственности и вседозволенности.

Экологическое воспитание должно базироваться на основном постулате о том, что выход из экологического кризиса в современных условиях возможен. Ключи к решению глобальной экологической проблемы — в переоценке мировоззренческих ценностей и в «смене приоритетов», а также в нормализации численности населения через планирование семьи, в неустанной практической работе по реализации основных направлений в охране окружающей среды.

Вряд ли можно согласиться с теми авторами, которые утверждают, что в процессе «смены приоритетов» воспитание экологического сознания играет важную, но все-таки не главную роль. По их мнению, главный фактор успеха — экономический, а экологическое самосознание лишь облегчает переход к экономному образу жизни.

Конечно, одного экологического мышления при решении природоохранных работ будет мало, если оно не опирается на прочную экономическую основу. Но с другой стороны, возможно ли осуществить концепцию экологически устойчивого развития, при котором экономика должна развиваться наряду, вместе с экологией, людьми, у которых сформировался антропоцентрический тип экологического сознания?

Предлагаем самим студентам порассуждать на эту тему и сделать необходимые выводы. Предварительно можем предложить следующую цитату: «Мы получили в наследство невыразимо прекрасный и многообразный сад, но беда в том, что мы никудышние садовники. Мы не позаботились о том, чтобы усвоить простейшее правило садоводства. С пренебрежением относясь к нашему саду, мы готовим себе в не очень далеком будущем мировую катастрофу не хуже атомной войны, причем делаем это с благодушным самодовольством малолетнего идиота, стригущего ножницами картину Рембрандта» (Д. Дарелл).

Высшей стадией экологизации сознания является экологическая культура, под которой

понимают весь комплекс навыков бытия в контакте с окружающей природной средой. Все большее число ученых и специалистов склоняются к мнению, что преодоление экологического кризиса возможно лишь на основе экологической культуры, центральная идея которой: совместное гармоническое развитие природы и человека и отношение к природе не только как к материальной, но и как к духовной ценности. Российские ученые В. И. Данилов-Данильян и К. С. Лосев (1996) утверждают, что человеку надо думать не об управлении эволюцией, а об управлении самим собой, что означает прежде всего следование законам Природы. Человек должен осознать свою роль в биосфере как один из видов, который, как и все остальные, обязан подчиняться законам развития биосферы.

Мировое сообщество не может существовать без экологической культуры, поскольку без нее трудно рассчитывать на выживание человечества в условиях экологического кризиса. Правила «не повреди» и «думать глобально, действовать локально» обязательны для всех людей (Реймерс, 1992). Во имя жизни на Земле человечеству предстоит возродить, сберечь и развить все основные ценности экологической культуры.