

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИЗИСА

**В статье определены основные факторы, определяющие экологический кризис в регионе и намечены основные пути его решения.**

Глобальный характер взаимоотношений человека и природы сегодня является одним из ключевых факторов, определяющих качество происходящих в природе изменений.

Попытка систематизации данных отношений наиболее ярко прослеживается в работах В.И. Вернадского. Развивая концепцию ноосферы – системы, включающей природную среду и человека, ученый предполагает в обозримом будущем «такого рода состояние биосферы, в котором должны проявляться разум и направляемая им работа человека как новая, небывалая на планете геологическая сила». Представляя ноосферу как растущее, глобальное вторжение человека в естественный биогеохимический цикл, Вернадский подчеркивает огромную роль человеческого разума, способного «гармонизировать» весь процесс взаимодействия природы и человека.

В настоящее время, к сожалению, «единство человека и природы» противоречиво настолько, что совершенно неясно, создает ли человек «сферу разума» или своей неразумной деятельностью губит и себя и все живое. В чем-то концепция ноосферы напоминает натурофилософские построения и остается не более чем гипотезой. В то же время ценность данной концепции определяется представлением единства человека и природы в виде процесса – ноогенеза, ведущего к становлению единой системы «человек - природная среда».

Современное кризисное состояние природы, по-видимому, очередная фаза текущего развития данной системы.

Рассматривая ее с точки зрения наличия взаимоотношений, взаимозависимости и причинно-следственных связей, определяя функциональность присутствующих компонентов, эту систему можно обозначить термином «экологическая система».

Вследствие чего понятия «экологический кризис», «экологическая катастрофа» могут рассматриваться как определенные обстоятельства, несущие угрозу жизни человечеству, но не всей экологической

системе в целом. Изменения всей экосистемы могут предполагать самодеструкцию биосферы, нарушение принципов устойчивости, равновесия, саморегуляции. Одновременно эволюция биосферы, по Лавлоку, может быть процессом, «выходящим за рамки полного понимания, контроля и даже участия человека».

Достаточно очевидно, что актуальность решения современных экологических проблем затрагивает интересы человечества как одного из компонентов окружающего нас мира.

Относительным подтверждением этому является гипотеза Гея-Земли. Именно земля, как саморегулирующая система, созданная биотой и окружающей средой, попадая в состояние, близкое к границам саморегуляции, может перейти в новое стабильное состояние с дополнительными качествами. Возможность такого развития прогнозируется достаточно четко.

На основании действующих законов термодинамики при изучении потоков энергии в открытой экосистеме «человек - природная среда» имеющаяся в экосистеме энергия теряется на каждом последующем трофическом уровне. Здесь, на основании второго начала термодинамики, а также утверждения, что существование данной экосистемы зависит от притока солнечной энергии, фактически может быть определено повышение уровня организации и разнообразия культурной системы через соответствующий показатель изменения внутренней энергии – уменьшение энтропии рассматриваемого участка системы – человеческого общества. Следствием данного утверждения является соответствующее повышение уровня энтропии другой части экосистемы – природной среды. Хотя такое изменение и может характеризоваться как «деградация» природной среды, оно может быть вероятно лишь с точки зрения благополучия существования человека, но не всей биосферы в целом.

Рассматривая вопросы устойчивости экосистемы, очевидно, что решающим фактором здесь яв-

ляется баланс энергии между соответствующими частями. Нормализация процесса распределения энергии в данном случае связана, во-первых, с уменьшением потерь используемой человеком энергии при ее различных превращениях, т. е. более рациональным расходом и, во-вторых, с переходом от повышения упорядоченности «человеческой составляющей» системы к повышению упорядоченности всей биосферы. Во втором случае снижение уровня энтропии может происходить и за счет передачи энергии той части природы, которая находится за пределами экосистемы. Оба предлагаемых варианта обеспечения устойчивости имеют относительный характер, как и само понятие устойчивость.

С данным понятием ассоциируется следующее условие существования экосистемы – условие равновесия. Наличие глобальной системы «человек – природная среда» предполагает определенные условия «сохранности» системы, в частности, поддержание динамического равновесия между обществом и природой. Это понятие может быть интерпретировано по Э. Бауэру как устойчивое неравновесие, которое и отвечает за развитие системы. Предлагаемое условие жизнедеятельности системы направлено на снижение общего уровня энтропии в рассматриваемом случае. Учитывая непосредственное влияние человеческого общества на природную среду, данное равновесное состояние можно рассматривать как «искусственное равновесие». При этом эволюция общества также рассматривается в необходимой связи с объективными законами природной среды, когда вся экосистема предлагает единство действующих в них качественных и количественных изменений, изменчивости и устойчивости, роста и равновесия. Общее соотношение равновесия и развития устанавливает правило социально-экологического равновесия. «Общество развивается до тех пор и постольку, поскольку сохраняет равновесие между своим давлением на среду и восстановлением этой среды» (Н.Ф. Реймерс).

В связи с этим следует сказать о «концепции устойчивого развития», которая определяет такое геополитическое развитие, когда одновременно соблюдаются все необходимые интересы человеческого общества и условия, обеспечивающие сохранность окружающей среды. При этом предполагается организация сбалансированного цикла изъятия и возобновления. Противоречивость и в определенной степени декларативность данной концепции в настоящее время подчеркивается рядом российских и зарубежных ученых. В то же время се-

годня все в большей степени растет понимание того, что в человеческом обществе действует сложный комплекс факторов, включающий технологические, экономические, политические, юридические, моральные и иные социальные аспекты, порождающий новые подходы к динамике природных комплексов.

Принцип «положительного императива» (Т.Сутт), предлагающий условие, что выживание человека возможно лишь при сохранении жизни на земле, приобретает все больше последователей. Этот принцип, базирующийся на условиях познания фундаментальных экологических закономерностей с использованием современных научных и технических достижений, имеет реальную возможность в будущем способствовать выработке действительной системы гармонического взаимодействия человечества и живой природы. В настоящее время подчеркивается необходимость выполнения человеческим обществом условий, при которых обеспечивалась бы максимальная устойчивость рассматриваемой системы. Сложность выполнения данных обстоятельств заключается в том числе в их противоречии. Несмотря на весь накопленный научно-практический опыт, человечество не перестает ставить перед собой задачу управления природой. Условия решения поставленной задачи связываются с повышением технологичности действующего производства, изменением его экономических законов. В то же время большинство предложений все же направлено на попытку изменения сознания людей, их нравственности, отказ от взгляда на природу как на объект бездумной эксплуатации ее человеком. Поставив правильный диагноз возникшим трудностям и болезням современного общества, сегодня человечество не располагает реальными возможностями по решению определяемых проблем. Обозначение необходимых принципов и рекомендаций, направленных на гармонию отношений человека и природы, вызывает серьезные сомнения уже на пути обсуждения выполнения предлагаемого.

Вся история развития человечества – это борьба и социальных начал человеческого общества. Современные социальные аспекты экологической проблемы определяют классово-экономические, религиозные, культурные причины экологического кризиса. Соединение биологических и социальных начал человеческого общества в своем развитии делает проблематичным достижение в обозримом будущем гармонизации человека и природы. Сегодня большую актуальность приобретает «предупреждение» человечества о неиз-

бежности негативного развития событий при современном уровне экономики. Здесь в определенной степени оптимальным является доклад М. Месаровича и Э. Пестеля «Человечество на перепутье», сделанный в рамках Римского клуба. В нем определены перспективы развития не столько мирового сообщества, сколько отдельных его регионов. Рассматривая конкретные особенности и условия роста отдельных территорий мира, предлагается качественное решение локальных экологических, энергетических, сырьевых и других проблем. Сегодня большинство моделей экосистемы «человек - природная среда» в первую очередь устанавливают связи между различными подсистемами с одновременным воздействием на них разных факторов роста. Значительное различие подсистем, связанное с разностью экономического потенциала, уровнями социального культурного развития, наличием природных человеческих ресурсов предполагает в первую очередь решение экологических проблем для каждой рассматриваемой подсистемы в отдельности. Экологический кризис здесь также затрагивает вначале интересы человека как биологического вида. Рассматриваемая экосистема при самом негативном варианте развития событий может перейти в другую фазу, при этом биосфера может изменить свое качественное состояние, перейдя на другой уровень, но полностью прекратить свое существование она может только в единичных случаях. Современное состояние взаимоотношений человека и природы главным образом определяется превосходством редуцирующей деятельности человека над продуцирующей деятельностью биосферы. Картина современного давления на биосферу со стороны растущего человеческого общества носит не только динамический, но и дискретный характер, в зависимости от качеств рассматриваемой подсистемы. Кризисных точек здесь, как в проблемном, так и в пространственном смысле, становится все больше, они оказываются все более связанными между собой. Именно эти обстоятельства и позволяют говорить о наличии глобального экологического кризиса и угрозе экологической катастрофы.

В процессе своей жизнедеятельности человечество берет у природной среды необходимые ему вещества, энергию и информацию. Преобразовывая все это для своих целей, человечество возвращает природной среде переработанные компоненты, в частности «отходы своей жизнедеятельности». При постоянном росте промышленного и сельскохозяйственного производства сегодня все-

го 1-3% используемого природного ресурса остается в конечном произведенном продукте. Адаптационные возможности биосферы уже не в состоянии постоянно нейтрализовать все увеличивающуюся экологическую нагрузку, что неизбежно приводит к новым качественным изменениям природной среды. Что в свою очередь оказывает негативное влияние на самого человека. Хотя различные регионы планеты с разным экономическим развитием испытывают различные экологические трудности, очевидно, что для биосферы наибольшую опасность представляет перспектива истощения природных ресурсов и загрязнения окружающей среды.

При этом резкое увеличение нагрузки на природу происходит при одновременном воздействии двух или более экологических факторов. Обстоятельство «синергизма» является сегодня все более распространенным фактором воздействия на окружающую среду.

Негативное влияние биосферы на человеческое сообщество вследствие изменений первоначальных характеристик природной среды из-за продолжающегося экологического кризиса, усугубляется явлением обратной связи, когда адаптационные возможности человека уже не в состоянии адекватно реагировать на меняющиеся внешние воздействия окружающей природы. Все это подтверждает необходимость решения экологических проблем каждой рассматриваемой подсистемы, каждой конкретной кризисной точки.

Возможно, именно такой путь в состоянии нейтрализовать негативное воздействие человека на окружающую среду.

К числу реальных экологически негативных последствий жизнедеятельности человека относятся и проблема утилизации отходов, в том числе производственного направления. Современные индустриальные городские системы несут основную нагрузку на природную среду. В этих системах производится основное количество промышленной продукции, перерабатывается огромное количество пищевых отходов, сырьем для которых служит продукция сельскохозяйственных экосистем. Энергетические потребности в городских системах удовлетворяются в основном за счет энергии ископаемых горючих, а также радиоактивных веществ.

Интенсивный рост промышленности здесь сопровождается все возрастающим потреблением энергии и одновременно все увеличивающимися отходами производства. Многие металлы и сплавы, входящие в состав промышленных отходов,

неизвестны в природе в чистом виде и лишь частично подвластны утилизации и вторичному употреблению. Среди наиболее опасных загрязнителей можно назвать окись углерода, соединения свинца и других тяжелых металлов, радиоактивные элементы. Аналогичная картина наблюдается и в сельскохозяйственном производстве. Загрязнение природной среды включает загрязнение почвы, воздуха, воды, растительных и животных организмов.

С точки зрения изменения энергетической составляющей в рассматриваемой подсистеме в процессе утилизации отходов наиболее значимым является процесс преобразования концентрированной энергии в рассеянную. С точки зрения экологии, «концентрированность» энергии тем выше, чем дальше отстоит источник ее получения от начала превращения рассеянной солнечной энергии. Практика показывает, что степень утилизации определенной группы отходов обратно пропорциональна количеству концентрированной энергии, которой обладает данная группа. В процессе утилизации промышленных отходов уже при их образовании происходит перераспределение имеющейся энергии с изменением уровня энтропии всей рассматриваемой подсистемы. Во время утилизации промышленных отходов, изменяя общий баланс энергии и, соответственно, повышая уровень энтропии по сравнению с предыдущим, в обеих частях рассматриваемой подсистемы изменяются не только качественные характеристики системы, но также и степень негативного влияния на человеческое общество. Высокий уровень в отходах концентрированной энергии повышает сложность данной утилизации с точки зрения технологичности и экономики в целом.

Современные методы утилизации промышленных отходов показывают свою низкую эффективность при их практическом применении. «Стратегия высоких труб» – попытки «упрятать» отходы как можно дальше или функционирование заводов по сжиганию городского мусора показывают, что такая утилизация лишь косвенно соответствует насущной необходимости. Подтверждением этого являются действующие в экологии законы. Так, закон Н.Ф. Реймерса (1975) о внутреннем динамическом равновесии говорит о том, что «вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем и их иерархии взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает сопутствующие функционально-структурные количественные и качественные перемены, сохраняющие общую сумму вещественно-энерге-

тических, информационных и динамических качеств систем, где эти изменения происходят, или в их иерархии». Не менее важен для понятия данной проблемы и «закон развития природной системы за счет окружающей ее среды».

Одно из следствий этого закона говорит, что «невозможно абсолютно безотходное производство». Наиболее рациональными могут быть производства, при которых развиваются технологии с малой ресурсоемкостью, создается цикличность производства, организуется разумное депонирование неминуемых остатков и нейтрализация неустойчивых энергетических отходов.

В 1990 году В.Г. Горшков изложил в собственной редакции «закон незаменимости биосферы». «Окружающая среда не может быть восстановлена за счет создания очистных сооружений и перехода к безотходному производству. Человеческая деятельность недостаточна, чтобы предусмотреть все особенности развития биосферы».

Если уйти от принимаемых к рассмотрению терминов, то можно сказать, что промышленные отходы – это определенная часть окружающей нас биосферы, с измененным в результате вмешательства человека количеством внутренней энергии, уровнем энтропии, вновь сформированными природными связями и практически заново полученной информацией. При этом любая часть биосферы, в том числе испытывающая на себе воздействие человека, при любых формах биотических или технологических процессов не может быть замкнута в абсолютной степени. Наиболее рационально решается проблема утилизации не с точки зрения человеческого общества, когда данная проблема рассматривается как необходимость решения безопасности жизнедеятельности, а как сложный процесс совместной деятельности вещества, энергии, информации и сопутствующих связей соответствующих систем и их иерархии.

Существующие возможности исследования указанных проблем во многих случаях совершенно недостаточны для принятия решений необходимого уровня. Наиболее качественным сегодня считается «системный метод исследования», при котором характерно целостное рассмотрение, установление взаимодействия составных частей или элементов совокупности, несводимость свойств целого к свойствам частей. Сущность системного метода определяется в том числе и тем, что понятия, теории и модели, на которые он опирается, применимы для исследования предметов и явлений самого различного конкретного содержания. Наиболее общим приемом для реализации

поставленных целей служит здесь математическое моделирование.

Проблема изучения биосферы, происходящих изменений в ней, включающих нарушение экологического равновесия, устойчивости, повышение энтропии на локальном уровне, достаточно успешно решается с помощью методов математического моделирования.

При моделировании экосистем необходим, на наш взгляд, учет определенных принципов.

Привлекательные для исследования, хорошо формализованные и структурированные модели экосистем можно строить при достаточно общих, но теоретически важных гипотезах.

При недостатке информации, вследствие невозможности или дороговизны проведения соответствующего экомониторинга необходимо использовать общедоступную входную информацию наряду с методами информатики и математики.

Равноценные возможности имеют и классические математические модели, а также и неклассические, позволяющие учитывать пространственную структуру экосистемы, структуру и иерархию подсистем экосистемы, эвристические и экспертные процедуры, различные операции моделирования.

Декомпозиция, агрегирование экосистем (моделей) должны происходить по функциональным критериям, конечной же целью моделирования должно быть управление экосистемой с динамически переупорядоченными связями.

Необходимо учитывать системную, структурную активность и сложность экосистемы, внутрисистемную способность экосистемы к саморегулированию, противостоянию возмущениям среды, так как в результате происходящих изменений возможна максимизация контактов с внешней окружающей средой с целью поиска эффективных обратных связей.

Математическая модель должна поддерживать весь жизненный цикл системы от содержательной постановки задачи до проектных решений.

Математическое моделирование может стать мощным, а часто единственным средством установления связей в экосистеме, определения, описания инвариантов изоморфизмов там же, средством для анализа сопутствующих проблем экоинформатики.

Прямая экстраполяция полученных фактических данных позволяет в некоторых случаях миновать этап создания научной теории и избежать тех проблем, которые создают индуктивный и дедуктивный методы познания.

Все это в определенной степени применимо и к решению проблемы утилизации промышленных отходов. Как правило, решаемая на локальном уровне данная проблема предполагает применение тех методов исследования, которые в каждом конкретном случае наиболее оптимально позволяют получать необходимые результаты.

Здесь вполне допускается получение информации путем наблюдения или эксперимента, а также применение к конкретному объекту общих закономерностей, не вызывающих серьезных сомнений. В то же время только использование системного метода позволяет в необходимой степени прогнозировать поведение исследуемой системы, эффективно соединить в единое целое качественные и количественные методы исследования.

Необходимость решения исследуемых проблем на локальном уровне связана с дальнейшим становлением экологии в качестве прикладной науки. При изучении биосферы сегодня не может быть применен в полной мере системный метод. Наука пока не в состоянии предложить однозначные математические описания множества физико-химических процессов, происходящих в биосфере, составить реальные энергетические модели атмосферы и океана, описать их динамику. В соответствии с принципом корректности Адамара для математических моделей незначительные изменения начальных и пограничных условий не должны менять коренным образом поведение системы в целом. Большинство же природных систем находится в состоянии неустойчивого равновесия, что уже при отсутствии однозначных оценок ПДК для целого ряда веществ делает невозможным построение корректной математической модели биосферы. Глобальные методы решения экологической проблемы в настоящее время нереальны. Сегодня последовательное и динамическое решение экологических проблем в каждой критической точке, на локальном уровне, снижая при этом до оптимального размера нагрузку на природную среду, позволит и в целом повысить до необходимого предела общую устойчивость рассматриваемой экологической системы «человеческое общество – природная среда». При этом возможно создание необходимых условий для появления в обществе реальной мотивации решения данной экологической проблемы.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы.

Решение противоречия между изначально декларируемой безграничностью прав на удовлетворение все возрастающих потребностей человека и практически «неминуемой возможностью наступ-

ления экологической катастрофы» зависит в том числе от выбора методологии данного решения.

Единая система «человек – природная среда», имея огромные возможности к саморегуляции, может перейти в «случае наступления экологической катастрофы» в новое стабильное состояние, с дополнительными качествами. Предположение, что биосфера в результате деятельности человека может прекратить свое существование, носит декларативный характер. Понятие «экологическая катастрофа» может рассматриваться как угроза жизни человечеству, но не всей системе в целом.

В процессе своей жизнедеятельности человечество берет у природной среды необходимые ему вещества, энергию и информацию. При этом только 1-3% используемых природных ресурсов остается в конечном произведенном продукте. Адаптационные возможности биосферы уже не в состоянии постоянно нейтрализовать все увеличивающуюся экологическую нагрузку. Вследствие изменения природной среды усугубляется явление обратной связи, когда уже адаптационные возможности человека не в состоянии адекватно реагировать на внешние воздействия биосферы. Превосходство редуцирующей деятельности человека над продуцирующей деятельностью природы носит не только динамический, но и дискретный характер. «Кризисных точек» становится все больше, они все более связываются между собой. Эти обстоятельства и определяют понятие «экологический кризис».

– При утилизации промышленных отходов, как примере возможного решения экологической

проблемы, степень утилизации обратно пропорциональна количеству «концентрированной энергии», которой обладает утилизируемая группа отходов. В данном случае происходящее перераспределение имеющейся в системе внутренней энергии первоначально сопровождается повышением уровня энтропии каждой из частей этой системы. Методика решения утилизации промышленных отходов, при определенных обстоятельствах, должна предусматривать не только интересы безопасности жизнедеятельности человека, но и учитывать процесс обмена веществ, энергии, информации и сопутствующих связей соответствующих систем и их иерархии.

Наиболее качественным методом исследования данных проблем является «системный метод». Основной вопрос состоит в том, что сегодня невозможно построить научнокорректную математическую модель биосферы. В то же время решаемые на локальном уровне экологические проблемы допускают получение и анализ информации путем наблюдения, эксперимента, применяемых дополнительных общих закономерностей. Локальный уровень решения экологических проблем обеспечивает становление экологии как прикладной науки, повышает в обществе мотивацию к решению данных вопросов. Совместная деятельность человечества по нейтрализации излишней нагрузки на экологические системы в «кризисных» точках позволяет и в целом надеяться на положительное решение рассматриваемой проблемы.

#### Список использованной литературы:

1. Вернадский В.И. Биосфера. Избранные труды по биогеохимии. М., 1967.
2. Одум Ю. Экология. М., 1986.
3. Рузавин Г.И. Системный подход и единство научного знания. М., 1998.
4. Чибилев А.А. Введение в геоэкологию. М., 1998.
5. Реймерс Н.Ф. Концептуальная экология. М., 1992.